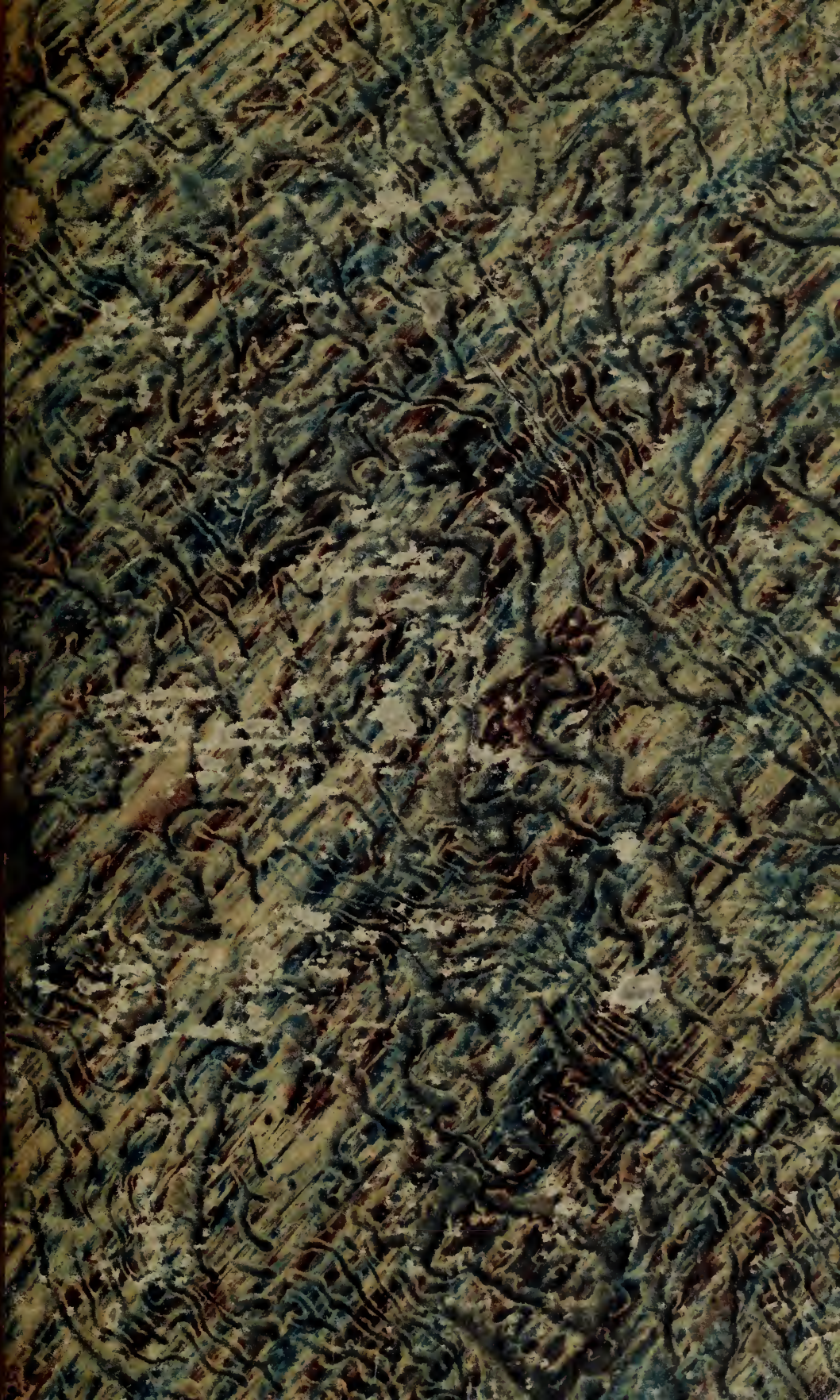
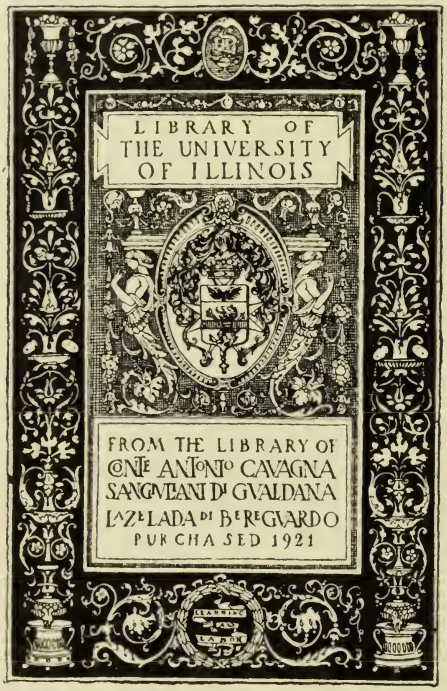


A-3-h



526.98
R44t4

Digitized by the Internet Archive
in 2012 with funding from
University of Illinois Urbana-Champaign

http://archive.org/details/trattatoditopogr00righ

CORSO ELEMENTARE

DI

STUDI MILITARI

COMPILATO

PER ORDINE DEL MINISTERO DELLA GUERRA

TRATTATO

DI

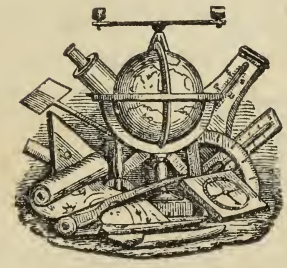
TOPOGRAFIA

del Barone

ALESSANDRO RIGHINI DI S. GIORGIO

Luogotenente Generale dell'Esercito

QUARTA EDIZIONE



TORINO

TIPOGRAFIA SCOLASTICA DI SEB. FRANCO E FIGLI

1863

Proprietà Letteraria

526.98
R44t4

NOTA

L'urgenza di soddisfare alle domande non consentì all'Autore di ampliare, come n'era suo desiderio, la presente edizione del suo Trattato di Topografia. *Ondechè in questa quarta ristampa vien riprodotto fedelmente il testo della terza edizione il quale è già stato (Anno 1860) per altre parti riveduto ed ampliato dall'Autore medesimo.*

Quest'opera continua a far parte del Corso Elementare di Studi Militari *prescritto dal Ministero della Guerra (Vedasi* Giornale Militare *dell'anno 1856, Nota N.° 38, 17 febbraio).*

Le istruzioni ed i programmi in vigore presso i vari Collegi militari e le Scuole varie dell'Esercito accennano alle parti del presente Trattato, sulle quali debbe, a seconda dello scopo della Scuola o Collegio militare, versare l'insegnamento della Topografia.

Notisi infine che sin dalla prima pubblicazione del suo Trattato, l'Autore prefiggevasi non solo di compilare un libro di testo per le Scuole militari, ma di offrire altresì un'opera completa e scevra da elevate cognizioni a tutte le persone che attendono all'importante studio della Topografia.

Dicembre 1862.

545167

PROEMIO

Dappoichè lo studio della Topografia, costantemente promosso nell'Esercito dal Ministero della Guerra, mostrava di generalizzarsi presso le Scuole Militari, si fece vivamente sentire il bisogno di somministrare alle scuole stesse un libro di testo, il quale, compendiando le principali teorie della Topografia, accennasse ad una istruzione regolare ed uniforme.

A soddisfare a questo desiderio veniva alla luce nell'anno 1856 il *Corso completo di Topografia,* il quale sottentrava alla breve *Istruzione ad uso delle Scuole Topografiche dell'Esercito,* che era stata compilata ne'primi anni d'iniziamento delle nostre Scuole Militari.

A provare ora quanto incremento andasse via via acquistando lo studio della Topografia nelle file del

nostro Esercito, basterà il dire che nello spazio di meno di quattro anni si contano già tre copiose edizioni di questo Trattato.

Nel por mano alla terza ristampa, si divisò d'introdurre nell'Opera alcune modificazioni ed aggiunte, le quali erano state suggerite e dall'esperienza degli Ufficiali del Corpo Reale dello Stato Maggiore, i quali ebbero campo in questi ultimi anni di applicare sul terreno le varie nozioni svolte nel Trattato, e dal pensiero ad un tempo di migliorare per quanto era possibile un'Opera, la quale oggimai è entrata nel dominio del pubblico.

Continuando questo Trattato a far parte del *Corso Elementare di Studi Militari* (vedasi *Giornale Militare*, Nota N.° 38, 17 febbraio 1856), tornerà opportuno di ricordare quanto accennavasi nel proemio della prima edizione, cioè che nel compilare un Trattato di Topografia io mi proponeva, fin dal primo anno della pubblicazione, di racchiudere nel medesimo non solo le nozioni che servir debbono agli Ufficiali dell'Esercito, ma ben anche tutte quelle altre topografiche cognizioni che possono tornar utili a colui, il quale, pel disimpegno delle sue peculiari incumbenze, abbia bisogno di questa scienza.

Da più anni, per la specialità delle mie attribuzioni, io dovetti tenermi a giorno dei progressi fatti nella scienza della Topografia, non che delle opere principali che di essa trattano. Parecchie, a dir vero, sono queste opere, ed alcune di un pregio incontestabile;

ma le une circoscrivono questa scienza alla sola arte dell'agrimensura e della geometria pratica; le altre invece, oltrepassando i limiti della Topografia propriamente detta, s'innalzano alle teorie geodetiche. Ora, frammezzo a queste ed a quelle, sta appunto la Topografia, la quale, se ne' suoi elementi può comprendere l'arte dell'agrimensura, ha per altro tale uno sviluppo (specialmente oggidì in cui l'arte di levare i piani ha fatto molti progressi) che da se sola costituisce una scienza indipendente da quella della Geodesia. Per altro lato quelle opere stesse si risentivano, quali più, quali meno, della mancanza di convalidazione dell'esperienza o pratica che dir si voglia, cotanto necessaria, e, dirò meglio, indispensabile, per bene apprendere la Topografia nelle sue moltiplici applicazioni.

Nello stendere adunque questo mio lavoro, io fermava il pensiero di offrire un Trattato di Topografia, indipendentemente dalle nozioni geodetiche, ed il quale, senza nulla togliere all'importanza dei principii e delle teorie, riuscisse, per la sua semplicità, accessibile pur anco a chi fosse per poco versato nella Geometria e nella Trigonometria rettilinea, e potesse servire di guida usuale, nell'arte di levare i piani, non solo agli Ufficiali dell'Esercito, ma ben anche ad ogni persona che nel disimpegno delle proprie attribuzioni debba ricorrere a questa scienza. Così il geometra di catasto o l'agrimensore vi troveranno presso a poco tutto quanto fa duopo per le loro speciali levate; l'inge-

gnere quanto a lui occorre per una livellazione rigorosa e per alcuni altri suoi peculiari lavori; l'ufficiale d'ogni arma quanto gli abbisogna per formare piani militari e memorie descrittive; l'ufficiale di Stato Maggiore in particolare, tutto ciò che ei deve abbracciare ne'suoi studi completi topografici; il disegnatore-topografo infine vi troverà una serie di norme e di modelli che lo guideranno nel disegno di Topografia.

In una parola coordinare e sviluppare quanto si riferisce all'odierna Topografia, indipendentemente da più elevate cognizioni; corredare questo studio dei dati dell'esperienza e dei perfezionamenti introdotti in questi ultimi tempi nell'arte di levare i piani; e racchiudere in un sol volume tutto quanto può occorrere ad ogni classe di persone che abbisogni di questa scienza; tale è lo scopo che io mi prefiggeva nel compilare il presente Trattato.

Non tralasciai di raccogliere dai migliori autori quanto poteva tornar utile al mio intento; consultai più da vicino la surriferita *Istruzione ad uso delle Scuole Topografiche dell'Esercito,* dalla quale trassi quasi per intero gli articoli intorno alle *Scale,* allo *Aspetto fisico del suolo,* ed al *Disegno Topografico,* i quali poco o nulla lasciando a desiderare, non potevano, a mio giudizio, farsi migliori. E per ultimo mi giovarono non poco i lumi ed i consigli di parecchi de' miei colleghi, ai quali mi è grato di porgere qui un attestato di riconoscenza.

Le figure intercalate nel testo, e le tavole dei modelli di disegno annessi al Trattato, vennero disegnate nell'Ufficio Topografico del Corpo Reale dello Stato Maggiore.

Volendo in ora adottare il presente Trattato per le Scuole Militari, egli è opportuno avvertire:

1.° Che presso la Regia Accademia Militare e presso la Scuola dello Stato Maggiore, l'insegnamento debbe versare sull'intiero Trattato.

2.° Che presso le Scuole d'Ivrea, di Pinerolo, e quelle Divisionali o Reggimentali per gli Ufficiali, l'insegnamento debbe essere limitato alle seguenti parti:

a) Nozioni e Definizioni generali, §§ 1, 2, 3, 4.

b) Modo di rappresentare una porzione di superficie terrestre, §§ 5, 6, 7, 8.

c) Delle Scale, §§ 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16.

d) Aspetto fisico del suolo, §§ 17, 18, 19.

e) Teoria del rilievo del terreno, §§ 20, 21, 22, 23, 24, 25.

f) Del Disegno topografico, §§ 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36.

g) Della Copia e della Riduzione dei Piani, §§ 37, 39, 41.

h) Preliminari delle operazioni topografiche, §§ 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53.

i) Delle Soluzioni geometrico-pratiche sul terreno, §§ 54, 55, 56, 58.

k) Dello Squadro agrimensorio, §§ 59, 60, 61, 62, 63.

l) Dello Squadro graduato, §§ 64, 65, 66.

m) Della Bussola topografica, §§ 72, 73, 74 (*ristretto*), 75, 76, 77, 78.

n) Della Tavoletta Pretoriana, §§ 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88 (*ristretto*), 89, 90, 91.

o) Delle Levate speditive ed a vista, §§ 97, 98, 99, 109, 101, 104, 106, 108, 110, 111, 112, 113, 114, 115.

p) Delle Memorie descrittive. Ricognizioni topografico-militari, §§ 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143.

q) Esercitazioni pratiche sul terreno, relative alle varie parti delle lezioni teoriche sovraccennate.

3.° Infine, che presso le Scuole reggimentali de'sott'ufficiali l'insegnamento non debbe comprendere che:

a) Nozioni e definizioni generali, §§ 1, 2, 3, 4.

b) Modo di rappresentare una porzione di superficie terrestre, §§ 5, 7, 8.

c) Delle Scale, §§ 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16.

d) Aspetto fisico del suolo, §§ 17, 18, 19.

e) Teoria del rilievo del terreno, §§ 20, 21, 22, 23, 24 (*ristretto alle sole proprietà semplicemente definite, della linea di massima pendenza*), 25.

f) Del Disegno topografico, §§ 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36.

g) Della Copia e della Riduzione delle Carte e dei Piani, §§ 37, 39.

h) Delle Soluzioni geometrico-pratiche sul terreno, §§ 54, 55, 57, 58.

i) Dello Squadro agrimensorio, §§ 59, 61, 62.

k) Dello Squadro graduato, §§ 64, 66.

l) Della Tavoletta portatile di campagna, §§ 99, 100, 101, 108 *(accennando ai principii generali che reggono le levate regolari colla Tavoletta pretoriana, ed applicandoli all'uso della Tavoletta portatile).*

m) Delle Levate a vista, §§ 113, 114.

n) Delle Ricognizioni Topografico-militari, §§ 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143.

o) Esercitazioni pratiche sul terreno, relative alle varie parti delle lezioni teoriche sovraccennate.

Prestabilite in cotal guisa le varie parti d'insegnamento, sarà raggiunto il fine che proponevasi il Ministero della Guerra nell'ordinare la pubblicazione di questo Trattato, senza che per nulla sia variato lo scopo primo che si ebbe in mira nella compilazione del manoscritto, quello cioè di offrire un libro di testo a tutte le persone che attendono allo studio della Topografia.

Torino, febbraio 1860.

ALESSANDRO RIGHINI.

TRATTATO

DI

TOPOGRAFIA

TITOLO I.

NOZIONI E DEFINIZIONI GENERALI

Introduzione allo studio della Topografia. Utilità delle carte e de'piani — Definizione della Topografia. — Distinzione fra le carte e i piani. — Divisione della Topografia in Topografia propriamente detta e in Memorie descrittive.

§ 1. Introduzione allo studio della Topografia. — Utilità delle carte e dei piani.

L'arte di costrurre e disegnare le carte ed i piani, cioè di rappresentare graficamente la superficie del terreno, va annoverata fra quelle, i cui risultamenti trovano moltiplici applicazioni in ogni genere di opere civili e militari. Ed invero, mercè le carte, costrutte in modi ed a scopi diversi, si giudica al primo aspetto della rispettiva posizione di tutti i principali oggetti situati sulla superficie della terra, della circoscrizione degli Stati, delle loro suddivisioni, delle comunicazioni fra l'uno e l'altro paese, della direzione delle grandi catene di montagne, del corso de'fiumi e torrenti, della configurazione delle isole e de'continenti, dello stato fisico delle varie regioni, ed infine si conoscono tutti i particolari che racchiudonsi in uno spazio determinato, vale a dire le forme precise delle prominenze

del terreno, le strade, le città, i villaggi, le sparse abitazioni, i limiti delle private proprietà e le diverse produzioni del suolo.

Egli è coll'aiuto delle carte che il geografo compendia le sue descrizioni e rende sensibile all'occhio l'aspetto svariato della superficie terrestre: che il viaggiatore ed il commerciante intraprendono lunghi viaggi attraverso vaste regioni: che il navigante trascorre sicuro l'immensità de'mari, e senza esitazione drizza la prora alle più remote sponde. Il geologo distingue mercè delle carte i varii terreni, e ne apprezza la qualità e la giacitura; l'amministratore e l'ingegnere se ne servono per progettare e coordinare i loro lavori. Per ultimo più che ad ogni altro fine, la cognizione del terreno per mezzo delle carte è indispensabile alla direzione delle importanti operazioni della guerra, siccome quelle che si appoggiano interamente sulla struttura del paese dove esse si eseguiscono e debbono ad essa adattarsi, anzi esclusivamente dipenderne. Partendo dai concetti profondi della strategia e scendendo all'applicazione della tattica più minuta, ai progetti di marce cioè, all'occupazione delle posizioni, alle ricognizioni e simili, nulla potrà effettuarsi alla guerra, se non in conseguenza della cognizione particolareggiata del teatro delle operazioni, che è, come dice un antico assioma militare, *il gran libro della guerra*, nel quale dal Generale supremo all'Ufficiale subalterno, deve saper leggere ognuno che diriga operazioni militari, in una sfera più o meno elevata.

§ 2. Definizione della Topografia.

La conoscenza del terreno, per i diversi scopi sovra citati, non può acquistarsi che collo studio della *Topografia*, scienza, che insegna a descrivere una porzione della superficie terrestre (*a*).

(*a*) Riferito più particolarmente lo studio della topografia all' arte della guerra, appar chiaro come non solo sia necessario, che tutti coloro, che prendono parte alla direzione delle operazioni di guerra, sappiano servirsi di carte

§ 3. Distinzione fra le carte e i piani.

Ogni rappresentazione fatta sur un piano, di una determinata porzione della superficie del globo, dicesi *carta* o *piano*. I piani sono generalmente eseguiti per uno scopo speciale, ed abbracciano uno spazio ristretto, mentre le carte si estendono a contrade circoscritte fra limiti naturali o politici di grande importanza; i primi traggono con sè l'idea d'una rappresentazione più in grande, sulla quale gli oggetti locali più importanti, come città, villaggi, cascinali, si possono riprodurre ancora nella loro forma naturale con dimensioni ridotte; mentre per indicare gli stessi oggetti sopra le carte fa d'uopo ricorrere a segni convenzionali.

Di varie specie possono essere le carte, secondo il differente ordine di particolari che esse prendono a far conoscere; mentre

---

già costrutte, ma che ancora debba esservi chi sappia in tempo di pace tracciarne delle nuove, le quali possano servire alla buona condotta delle guerre future, o, durante una campagna, completare e correggere i dati di quelle, che si posseggono, in relazione colle operazioni da eseguirsi. Questi ufficii sono, presso quasi tutte le nazioni europee, affidati a corpi od istituti speciali, i quali, in tempo di pace, si occupano della costruzione delle carte dello Stato e radunano i materiali statistici e topografici necessarii alla difesa del paese; in guerra vengono incaricati del riconoscimento del terreno e, dietro i dati ricavatine, guidano i grandi movimenti che concorrono all'esecuzione d'un piano di campagna. — Ma se l'esatta e minuziosa costruzione delle carte appartiene a corpi od istituti speciali, è per altra parte essenzialissimo, per le ragioni già addotte, che un uffiziale, a qualsiasi arma dell'esercito appartenga, si applichi eziandio allo studio della topografia che lo guida a quello dell'arte della guerra.

Se adunque per la sua estensione il presente trattato di Topografia, da un lato si può riguardare più particolarmente consacrato alle persone, alle quali (come presso noi gli Uffiziali del Corpo di Stato Maggiore) è specialmente affidato lo studio profondo e compiuto della Topografia, per altro lato tuttavia ogni uffiziale od altro individuo che abbia alquanta conoscenza delle Matematiche elementari e di Trigonometria rettilinea, potrà attingervi tutte quelle necessarie nozioni, che dovranno guidarlo nell'adempimento di quelle peculiari attribuzioni della propria professione, in cui si richieda della scienza della Topografia.

si comprende di leggeri che diverso è il punto di vista, sotto il quale conviene al naturalista od al militare, all'amministratore od all'ingegnere di considerare un paese; ma è sempre vero che alla loro costruzione presiede ognora la scienza della topografia. Di più, se trattasi di carte di una vasta estensione di superficie terrestre, la topografia ha bisogno in allora dell'altra scienza di lei sorella, la *Geodesia*, il cui scopo è di fissare con dati desunti dall'astronomia e dalla cosmografia la posizione dei punti più essenziali ed importanti di una vasta regione, i quali collegati insieme servono di riattaccamento ai progressivi particolari, la cui rappresentazione vien compiuta dalla topografia sola. Ma sin tanto che si tratta della rappresentazione di porzioni limitate di superficie terrestre, la topografia può fare a meno dei dati della geodesia e procedere anzi indipendentemente da questa. Tale è lo scopo del presente trattato, che vien perciò limitato alla sola topografia.

§ 4. Divisione della Topografia in *Topografia* propriamente detta e in *Memorie descrittive*.

Dalla definizione data sulla scienza della topografia, si rileva come la descrizione di una porzione di superficie terrestre possa farsi in due modi distinti, cioè: sia rappresentando all'occhio, con segni convenzionali od imitativi, gli oggetti e le accidentalità del suolo; sia invece rendendone conto al pensiero per mezzo di relazioni in iscritto. Presi isolatamente, questi due metodi sono di per se stessi insufficienti a dare una perfetta idea del terreno, non potendo il solo disegno somministrare tutte le nozioni relative al suolo; e viceversa, non essendo proprio uno scritto isolato a porgere l'immagine vera e caratteristica del terreno, che è solo dato al disegno di raffigurare. Combinati pertanto insieme questi due metodi offrono una cognizione compiuta e precisa del terreno.

La topografia si compone adunque di due parti distinte, cioè

della *Topografia propriamente detta*, la quale insegna a formare e disegnare le carte e i piani topografici, e delle *Memorie descrittive,* ossia *scritti* destinati a completare la cognizione fisica e particolareggiata del terreno, ed a far conoscere la statistica di una regione, i dati cioè risguardanti più particolarmente le popolazioni, le produzioni del suolo, l'amministrazione e le risorse del paese, e quelle altre cose infine, che non si possono esprimere col solo disegno d'imitazione o di convenzione. E se si riferiscono più particolarmente ad operazioni militari, le memorie descrittive servono altresì a sviluppare tutte quelle considerazioni e nozioni che hanno tratto alle operazioni stesse.

TITOLO II.

TOPOGRAFIA PROPRIAMENTE DETTA

CAPO PRIMO

MODO DI RAPPRESENTARE UNA PORZIONE DI SUPERFICIE TERRESTRE

Proiezioni. Proiezione prospettica. Proiezione naturale od orizzontale. — Limite della proiezione orizzontale per la costruzione delle carte — Rilievo del terreno. — Divisione della Topografia propriamente detta, in Planimetria e in Livellazione.

§ 5. Proiezioni.

Prendendo a trattare della prima parte della topografia, cioè della *topografia propriamente detta*, la più vasta e la più importante, converrà anzitutto farsi un'idea chiara del modo di rappresentare una porzione di superficie terrestre.

Si dimostra nella geometria elementare come due figure piane siano simili alloraquando i rapporti fra le lunghezze delle linee, che ne segnano il perimetro, sono uguali, ed uguale inoltre è la situazione rispettiva di queste linee. Ciascuna linea della prima figura corrisponde nella seconda ad un'altra così detta *omologa*. La più piccola delle due figure è allora un'immagine della più grande. Sarebbe facile adunque concepire la rappresentazione del terreno, se questo potesse essere assimilato ad una superficie uniforme e piana, sulla quale fossero segnati i contorni

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Fig.ª 1.ª

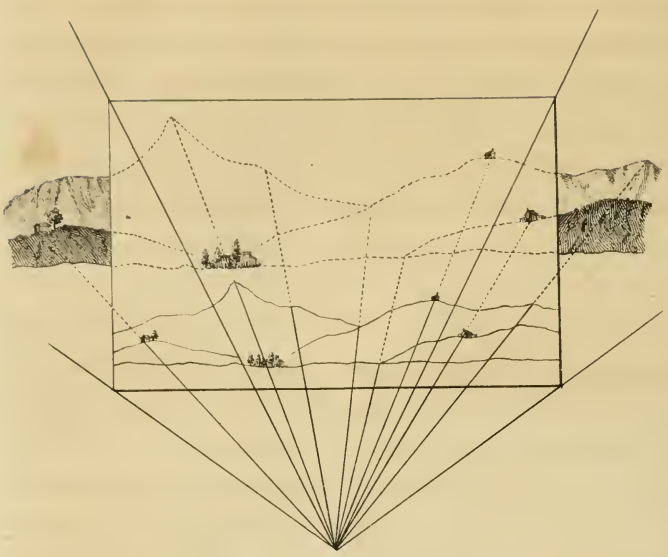
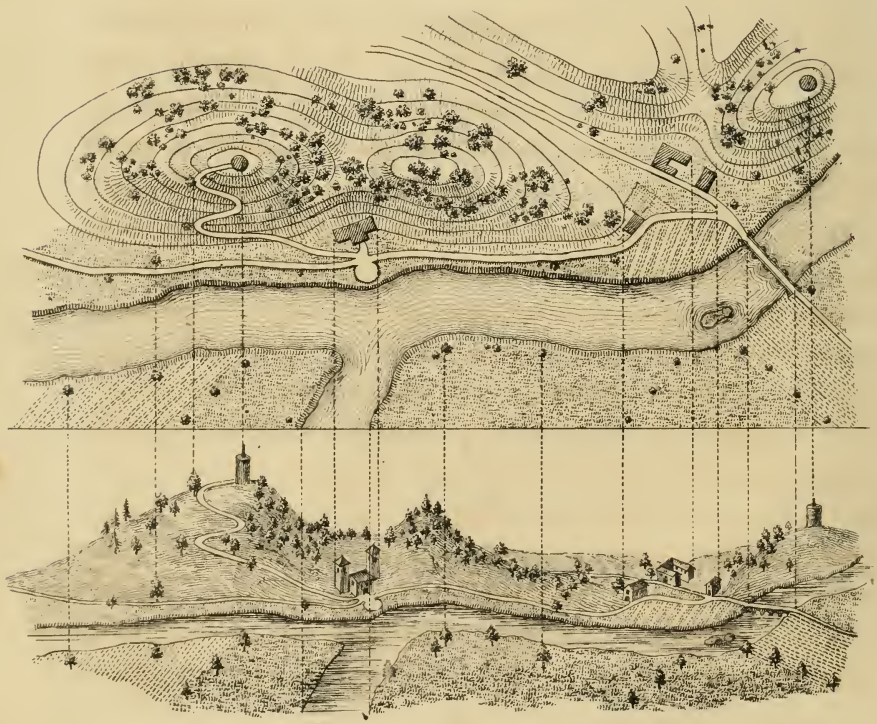


Fig.ª 2.ª



degli oggetti che la ricoprono, come strade, canali, limiti di coltivazione, ecc. Ma la coltivazione del terreno indipendentemente dalla sfericità della terra, ben lungi dall'esser piana, è per lo più irregolare e variata di accidentalità. È forza adunque per rappresentare una tal superficie sopra un foglio di carta, ricorrere ad altri metodi, i quali offrono il modo di ottenere figure rappresentative, cioè ai metodi seguenti delle *proiezioni*.

Proiezione prospettica. Un osservatore, che guarda un paese attraverso un vetro, potrebbe, rimanendo immobile, seguire sopra di esso i contorni apparenti degli oggetti, e segnerebbe così l'immagine del paese che gli sta sott'occhio. L'immagine ottenuta in simil modo (fig. 1) prende il nome geometrico di *proiezione prospettica*. Essa è tale che, interposto il quadro tra l'occhio e la natura, le linee, ossiano i raggi visuali, diretti dall'occhio ai punti diversi del terreno passano per le traccie di essi punti, riprodotti sopra l'immagine. Questa varia secondo la diversa posizione dell'occhio.

Però la rappresentazione del terreno, quale risulterebbe dal metodo della proiezione prospettica, sarebbe imperfetta a dare un'idea chiara e compiuta di tutte le forme ed accidentalità del terreno e delle relazioni loro; imperciocchè le ondulazioni più vicine del suolo coprono quelle dei piani successivi più lontani. A quest'inconveniente si aggiunge ancor l'altro di alterare in proporzioni disuguali le dimensioni degli oggetti, secondo il loro aspetto apparente. Un tale metodo adunque non può soddisfare allo scopo che si prefigge la scienza della topografia, e può solo usarsi come ausiliario in certi casi particolari, ove è necessario di figurare in prospettiva una veduta speciale di picciola estensione.

Proiezione naturale. S'immagini per lo contrario un piano orizzontale (come sarebbe quello di una massa d'acqua) coprente tutti gli oggetti, sul quale siano alzate delle perpendicolari da tutti i punti della superficie (fig. 2); le tracce o piedi di queste

linee segneranno sul quadro dei contorni, il cui complesso è ciò che chiamasi *proiezione naturale* od *orizzontale.*

Tale sarebbe l'aspetto che presenterebbe un paese ad un osservatore sollevato a grande altezza sulla verticale centrale del luogo. Questo metodo ha il vantaggio di segnare, senza alterazione di sorta, le linee orizzontali del terreno, e di conservare nello stesso senso agli oggetti le loro dimensioni in lunghezza e larghezza, le quali generalmente sono le più importanti.

§ 6. Limite della proiezione orizzontale per la costruzione delle carte.

Trattandosi per altro di proiettare una porzione di superficie della terra la quale è pressochè sferica, vuolsi esaminare sino a qual punto si possa assumere, per la costruzione delle carte, la proiezione orizzontale per la superficie sferica.

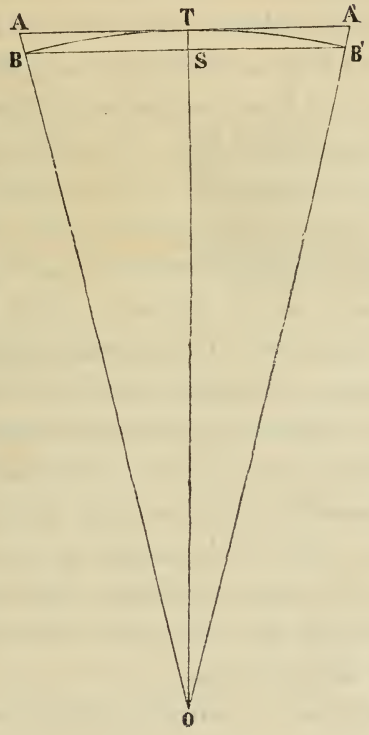
Le prominenze della terra in proporzione del suo raggio essendo minime, si potrà, senza tema di error sensibile, considerare la superficie del globo come sferica; e perciò quando dicesi superficie della terra, vuolsi intendere quella della sfera, che avrebbe per raggio la distanza dal centro della terra alla superficie delle acque del mare.

Sia la calotta sferica BTB' (fig. 3) generata dalla rotazione dell'arco BT, attorno al raggio OT, una porzione di superficie terrestre; e AA' un piano tangente o circolo descritto dalla tangente TA condotta al punto di mezzo dell'arco BB' di circolo massimo. Sia O il centro della terra e conducasi la corda BB', non che le verticali ai punti B e B', le quali seguendo le direzioni della gravità vanno ad unirsi al centro della terra.

Egli è evidente che la superficie della calotta sferica e quella del piano tangente, differiranno tanto meno l'una dall'altra, quanto minore sarà l'arco generatore BT; od in altri termini, quanto più piccola sarà la differenza fra il seno e la tangente di quest'arco. E se una tale differenza fosse al disotto de'piccoli errori che sono inevitabili nelle operazioni pratiche, egli è chiaro

che si potrebbe assumere per la superficie della calotta quella del piano tangente summentovato.

Fig. 3.



Ora per un arco terrestre di 0°.30′ il cui raggio è 6366198^{m} (che è quello del circolo massimo del globo di 40000000 di metri di circonferenza) la differenza fra il seno e la tangente sarebbe di soli 2^{m},11, poichè si avrebbe:
TANG.0°.30′=AT=55556^{m},96, e SEN.0°.30′=BS=55554^{m},85; onde la differenza fra la corda BB′=2.BS, la quale sottende un arco di 1° e la retta AA′ che è il doppio della tangente AT, sarebbe di 4^{m},22 sopra una lunghezza di 111 chilometri circa. Minore di questa quantità risulterebbe la differenza fra la lunghezza dell'arco BTB′ e quella della retta AA′, essendo l'arco sempre maggiore del seno e minore della tangente.

Avuto ora in vista il grado di esattezza a cui si può giungere

nella costruzione dei piani, e la conseguenza degli errori che provengono dal meccanismo delle grafiche operazioni, una tale differenza può considerarsi come insensibile. Epperciò le due linee predette, per la lunghezza di 1°, possonsi riguardare, siccome confondentisi l'una coll'altra, e confondentesi per conseguenza anche la superficie della calotta sferica con quella del piano tangente. Ora questo piano tangente è evidentemente il piano orizzontale condotto alla superficie delle acque del mare. E siccome le verticali dei singoli luoghi della calotta possonsi riguardare, per l'estensione di 1°, siccome parallele fra loro, così il detto piano tangente sarà altresì la proiezione orizzontale della calotta stessa. Onde si può ritenere che un' estensione di 1° della superficie terrestre (cioè la superficie di una calotta sferica il cui arco di circolo massimo sia in lunghezza eguale a $111111^{m},111$) potrà venir rappresentata dalla sua proiezione sul corrispondente piano orizzontale condotto al punto di mezzo della calotta stessa, senza che le reali dimensioni, così lineari come superficiali, siano sensibilmente alterate. Ben si comprende che una tale proiezione potrà farsi tanto sul piano orizzontale delle acque del mare, quanto sovra ogni altro che sia a quest' ultimo parallelo, cioè perpendicolare al filo a piombo.

Lo scopo adunque della costruzione delle carte topografiche sarà raggiunto, ove si proiettino, come venne detto nel § precedente, sopra un piano orizzontale, tutti i punti od oggetti della porzione di superficie terrestre da rappresentarsi, ed il limite di una tal costruzione o proiezione potrà giungere sino ad 1° della superficie terrestre. Tuttavia nella formazione delle carte di qualche importanza si tien conto della sfericità della terra per un'ampiezza della calotta sferica anche minore di 1°, e si limita d'ordinario la formazione di un piano topografico all' estensione da 12 a 15 chilometri. Al di là di questo limite si ricorre alla geodesia onde ottenere con maggior precisione la proiezione della superficie sferica della terra; si costruiscono cioè i singoli piani che rappresentano i particolari della superficie, entro il limite prestabilito, giusta la proiezione orizzontale (for-

mando così tante facce di un poliedro, confondentesi ognuna sensibilmente colla superficie terrestre); e vengono poi fra loro coordinati questi piani, mercè i rigorosi procedimenti della geodesia.

Siccome le dimensioni della proiezione orizzontale del terreno non possono essere contenute sopra un foglio di carta nella loro reale grandezza, così converrà ridurre le dimensioni stesse giusta un dato rapporto: in tal guisa si ottiene una figura simile alla proiezione anzidetta. È questa la rappresentazione adottata pei piani topografici.

Il rapporto fra le dimensioni del terreno e quelle del piano può variare all'infinito.

La rappresentazione topografica viene eseguita, come si vedrà in appresso, secondo certi disegni e segni di convenzione che danno agli oggetti un carattere di verità, o li rendono appariscenti. Col mezzo della luce poi, la quale, ripartita con arte, produce opposizioni di chiaro e scuro, si ottiene non più un'immagine di convenzione, ma un vero ritratto della natura. Si vedrà in seguito, trattando della levata dei piani, come si ottenga la proiezione del terreno con misure di angoli e di lunghezze effettuate sopra il terreno stesso, senza che siavi obbligo di ricorrere effettivamente alla proiezione, come venne precedentemente definita.

§ 7. Rilievo del terreno.

Vuolsi però sin d'ora osservare che la rappresentazione in discorso non conserva agli oggetti che le loro dimensioni proiettate, e non fa conoscere per nulla il *rilievo del terreno*, le altezze cioè dei punti della superficie al di sopra di un piano orizzontale dato e la configurazione inoltre, ossia le forme delle prominenze, depressioni ed accidentalità varie del suolo. Si potrebbe in parte supplire a questa lacuna scrivendo, accanto alla proiezione orizzontale dei punti principali, il numero indicante la rispettiva altezza al di sopra di un dato piano. Ma questi nu-

meri troppo moltiplicati, oltrecchè genererebbero confusione sulla carta, non potrebbero d'altronde far conoscere al primo sguardo la configurazione reale del terreno. Questo intento si ottiene invece coll'immaginare un sistema di linee, le cui inflessioni proiettate orizzontalmente indicano quelle del suolo, e dalle quali si deducono pur le altezze de'vari punti. Di tale sistema si ragionerà in esteso trattando della teoria del rilievo.

§ 8. Divisione della Topografia propriamente detta in *Planimetria* e in *Livellazione*.

La *Topografia propriamente detta*, la quale ha per iscopo di rappresentare sopra un piano orizzontale la configurazione di un terreno che in natura presenta, per le sue ondulazioni, una superficie svariata ed irregolare, esige adunque due specie di operazioni; la prima, detta *Planimetria*, insegna il metodo di proiettare sopra un piano orizzontale i punti della superficie del terreno; la seconda, che dicesi *Livellazione*, fa conoscere l'altezza di ciascun punto del suolo al di sopra di una superficie orizzontale di convenzione, che si assume per piano di paragone. Questa superficie può essere quella delle acque del mare od un'altra che le sia parallela. Quando le altezze si contano a partire dal livello del mare si chiamano *altitudini*, ed allorchè esse sono riferite ad un altro piano orizzontale dato, prendono il nome di *quote*. Da queste altitudini o quote si deducono poi le forme del terreno, come verrà spiegato in appresso.

Trattando della planimetria si vedrà, come si possa, contemporaneamente alla rappresentazione orizzontale della superficie, determinare eziandio le altezze dei varii punti; per la qual cosa le operazioni di planimetria e di livellazione non vanno in molti casi disgiunte fra loro: per altro verrà svolta, in un titolo apposito, questa seconda parte della Topografia, per quelle maggiori nozioni che si richiedono intorno ad una più compiuta ed esatta livellazione topografica.

CAPO SECONDO

DELLE SCALE.

Scala di proporzione.—Riduzione di qualunque scala alla forma di frazione avente l'unità per numeratore. — Scala grafica. Scala grafica semplice. Scala a traversali in metri. Scala a traversali in trabucchi.—Dedurre la scala di proporzione dalla scala grafica segnata sul piano.— Cercare la scala di proporzione quando la carta non porta alcuna indicazione di scala.— Utilità per una carta di portare l'indicazione delle due scale.—Scale antiche usate in Piemonte —Classificazione delle carte secondo le loro scale.

§ 9. Scala di proporzione.

Risulta dal capo precedente, e dalle definizioni date, che una carta od un piano topografico è la rappresentazione, in dimensioni ridotte, di una porzione di terreno proiettata sopra un piano orizzontale. La proiezione del terreno ed il relativo piano topografico sono dunque due figure simili, di cui l'una rappresenta l'altra in una data proporzione.

Pongasi che si misuri effettivamente sul terreno una distanza orizzontale fra due dati punti; questa misura sarà *la lunghezza naturale* o *reale* e corrisponderà ad una certa lunghezza fra i due punti omologhi della carta o piano, chiamata *lunghezza grafica*. La proporzione fra l'una e l'altra lunghezza è ciò che appunto si chiama la *scala di proporzione* di un piano; e sarà in ogni caso particolare, sempre facile di rinvenirla, bastando perciò di paragonare la lunghezza di una data linea sul terreno colla corrispondente sul piano.

Misurando adunque, con la stessa unità di misura, una distanza sul terreno e quella omologa sul piano, il rapporto fra i due numeri ottenuti costituirà una frazione, la quale indicherà in qual proporzione si dovrà accrescere la distanza grafica per avere la

distanza reale. Questa frazione si riduce per maggior semplicità ad avere l'unità per numeratore. Così, se una distanza misurata fra due punti sul piano, risulterà di 10 centimetri, e se la corrispondente reale distanza sul terreno è di 1000 metri, si conchiuderà che il rapporto lineare fra il piano ed il terreno è $\frac{0^m,10}{1000^m}$ ossia di 1 a 10000, ciò che costituisce la scala di proporzione di quel piano, la quale si esprime con parole per un *diecimillesimo* o *di uno per diecimila*, e si scrive $\frac{1}{10000}$. Qualsiasi distanza adunque, misurata su quel piano, sarebbe in tal caso la diecimillesima parte della distanza corrispondente sul terreno, *qualunque possa essere l'unità di misura di cui si faccia uso.* Onde, una lunghezza di 1 metro sul piano corrisponderebbe ad una lunghezza di 10000 metri sul terreno; una lunghezza di un trabucco, di un piede, di un'oncia, di un klafter o di qualsiasi altra misura, sul piano, equivarrebbe ad una lunghezza di 10000 trabucchi, piedi, oncie, klafter ecc. sul terreno. Così pur anche, se 5 centimetri misurati su di un piano corrispondono a 2500^m sul terreno, si dirà che la scala di proporzione di quel piano è di $\frac{0,05}{2500}=\frac{5}{250000}=\frac{1}{50000}$, cioè di *un cinquantamillesimo* o di *uno per cinquantamila.*

Si prescelgono d'ordinario le scale aventi l'unità al numeratore e un multiplo di 10 al denominatore.

Se L è una lunghezza reale, l l'omologa grafica, e $\frac{1}{n}$ la scala del piano, sarà $L=ln$ e $l=\frac{L}{n}$; cioè:

1mo *Una lunghezza reale è uguale al prodotto dell'omologa grafica pel denominatore della scala;*

2do *Una lunghezza grafica è uguale al quoziente dell'omologa reale pel denominatore della scala.*

§ 10. Riduzione di qualunque scala alla forma di frazione avente l'unità per numeratore.

Quando l'unità di misura adottata non fosse la decimale, come si rinviene nelle carte dei tempi andati, per ottenere il rapporto ossia la scala di proporzione sotto la forma di frazione, avente l'unità per numeratore, è d'uopo ridurre, per mezzo delle tavole di ragguaglio, le lunghezze naturali alla stessa unità di misura delle lunghezze grafiche. Valgano i seguenti esempi.

1° *Esempio.* La scala proporzionale dei piani antichi si esprimeva generalmente sotto forma concreta:
Si diceva ad esempio:

Scala di 3 oncie per 100 trabucchi { cioè una lunghezza di 3 oncie sul piano rappresenta una lunghezza di 100 trabucchi sul terreno.

Scala di 1 piede per 800 trabucchi { cioè una lunghezza di un piede sul piano rappresenta una lunghezza di 800 trabucchi sul terreno.

Riducendo per mezzo delle tavole conosciute le lunghezze naturali alla stessa unità di misura delle lunghezze grafiche, si avrà nel 1° caso:

100 Trabucchi=600 piedi liprandi=7200 oncie; per cui il rapporto, ossia scala di proporzione del piano, sarà $\frac{3}{7200}=\frac{1}{2400.}$

Nel 2° caso 800 trabucchi=4800 piedi liprandi; onde il rapporto o scala di proporzione è uguale a $\frac{1}{4800}$.

Paragonando l'uno coll'altro i due rapporti ottenuti, appar tosto che sotto la nuova forma, una delle scale è doppia dell'altra; il che non appariva dalla loro espressione concreta: ed è questo un altro vantaggio che risulta dalle scale aventi l'unità al numeratore, la cui forma astratta è indipendente dall' unità di misura, della quale si faccia uso.

2° *Esempio.* A nuovo esempio si consideri la carta antica di Francia detta di Cassini. Essa è costrutta alla scala di 1 linea per 100 tese parigine, cioè una lunghezza di 1 linea sulla carta

rappresenta una lunghezza di 100 tese sul terreno. La tesa parigina=6 piedi.

1 piede=12 pollici.

1 pollice=12 linee.

Così il valore della tesa espressa in linee è: 1 tesa=864 linee. Se ne conchiude che la scala di proporzione è uguale a $\frac{1}{86400.}$

3° *Esempio.* Carta-manovra sul Mincio.

L'indicazione della scala di questa carta porta: *Un pollice per* 750 *passi*, cioè una lunghezza di 1 pollice sulla carta rappresenta 750 passi sul terreno.

Conoscendo dalle tavole di ragguaglio

che 5 passi=2 klafter,

1 klafter=6 piedi,

e 1 piede=12 pollici;

650 passi corrisponderanno a 21600 pollici; onde in tal caso la scala di proporzione sarà $\frac{1}{21600.}$

§ 11. Scala grafica.

Le relazioni fra le lunghezze reali e le omologhe grafiche, sebbene semplicissime, tuttavia esigono una misura ed un'operazione aritmetica per conoscere le distanze reali; perciò, onde ottenere più prontamente queste distanze, si costruisce la *scala grafica* a seconda della scala di proporzione. Si chiama così una retta divisa in parti uguali, corrispondenti alle suddivisioni dell'unità di una data misura, sulla qual retta riportando col compasso le lunghezze grafiche del piano, si ottiene il valore delle lunghezze naturali corrispondenti, siccome risulterebbe dalla loro misura effettiva operata sul terreno.

1. Scala grafica semplice.

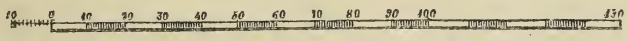
A meglio comprendere la costruzione delle scale grafiche si presceglieranno i seguenti casi concreti. Sia il metro l'unità di misura, e 1 a 2000 la scala di proporzione di un piano dato.

1	metro sul disegno	corrisponde a	2000	metri sul terreno.
1	millimetro	»	2	»	»
5	millimetri	»	10	»	»
5	centimetri	»	100	»	»

Per costrurre la scala grafica si porteranno, partendo dall'origine 0 presa ad arbitrio sopra una retta (fig. 4), parti uguali alle lunghezze suddette rappresentanti le decine e centinaia di metri; le ultime saranno in questo caso le divisioni maggiori. Si segneranno quindi a sinistra dell'origine 0 una o più decine, che si divideranno in modo che diano le suddivisioni dell'ordine immediatamente minore, ossiano i metri. La retta così suddivisa, che dicesi *scala grafica semplice*, offre le lunghezze grafiche corrispondenti alle unità, decine e centinaia di metri reali nella scala di proporzione di 1 a 2000 e così con una sola apertura di compasso si potranno misurare lunghezze espresse in centinaia, decine ed unità di metri.

La scala semplice si compone generalmente di due tratti paralleli, dei quali il superiore è finissimo, e l'inferiore più forte: quest'ultimo non viene prolungato a sinistra dell'origine.

Fig. 4.



Nel caso ora esaminato riesce difficile ottenere esattamente le unità di metri, poichè la lunghezza di ciascuna unità non è maggiore di un mezzo millimetro: per una maggiore approssimazione si ricorrerà alle scale così dette a *traversali.*

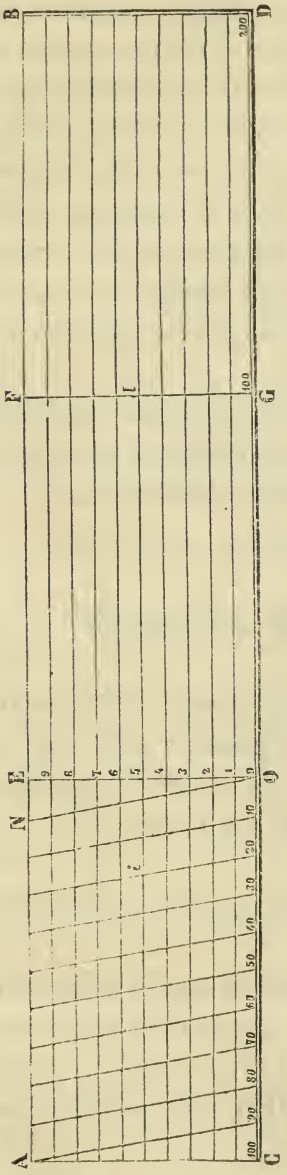
2. Scala a traversali in metri.

La sua costruzione è la seguente pel rapporto ora detto di 1 a 2000.

Si traccino undici linee parallele orizzontali (fig. 5) a distanza eguale, scelta ad arbitrio; si porti una o più volte la lunghezza di $0^m,05$, rappresentante il centinaio di metri, a destra dei punti O ed E, e dieci volte la lunghezza di $0^m,005$, rappresentante la decina, da E in A, e da O in C.

Dai punti A, E, F, B si abbassino delle perpendicolari sopra CD, e si uniscano con traversali le decine della linea superiore con quelle dell'inferiore, cioè la 1ma, la 2da, la 3a ecc. superiore col punto O, colla 1ma, colla 2da, ecc. inferiore, siccome è indicato dalla figura.

Fig. 5.



Dalla costruzione di questa scala, si scorge che la traversale ON fa colle parallele e colla perpendicolare OE una serie di triangoli simili, i cui lati orizzontali rappresentano 1,2,3 ecc. metri, come è facile assicurarsene mediante una proporzione.

Si abbia ora da prendere, sopra la scala, una lunghezza uguale a 125 metri: la linea di base darebbe immediatamente la lunghezza di 120m, puntando le due estremità del compasso, l'una in G segnato 100m, l'altra al punto ove è indicato 20m a sinistra dell'origine 0; per aggiungere i 5m rimanenti si seguirà la traversale che parte dalla divisione 20 fino all'altezza della quinta linea orizzontale, da essa incontrata nel punto *i*. L'apertura adunque di compasso I *i* darà la lunghezza cercata, cioè 100+5 +20=125.

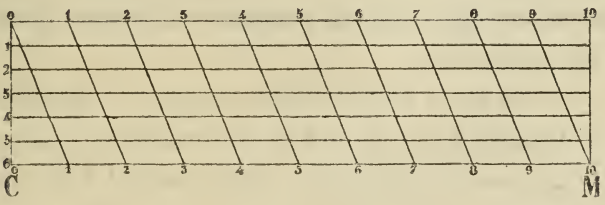
Se si volessero ottenere frazioni più piccole dell'unità principale, basterebbe tracciare un maggior numero di linee parallele; ma si badi però di non moltiplicare di troppo queste linee, giacchè in tal caso l'approssimazione grafica diverrebbe illusoria a motivo della grossezza stessa dei tratti.

3. Scala a traversali in trabucchi.

Una costruzione affatto analoga darà, per una scala in trabucchi, le suddivisioni in piedi. In questo caso la distanza CM (fig. 6) rappresentante, giusta la scala di proporzione data, la decina di trabucchi, verrà divisa in 10 parti, e l'altezza in 6, cioè in tante parti quanti sono i piedi contenuti in un trabucco. La figura risultante offrirà lunghezze grafiche corrispondenti alle unità dei piedi, alle unità e decine dei trabucchi reali, nella scala di proporzione data.

La lunghezza CM della decina di trabucchi si deduce senza difficoltà dalla scala di proporzione; se questa per esempio è di 1 a 400, 400 trabucchi sul terreno corrisponderanno a 1 trabucco, ossia a 864 punti, sul piano. Dividendo queste due quantità per 40, scomponendole in fattori, e sopprimendo i fattori comuni, si avranno 10 trabucchi sul terreno, rappresentati da $\frac{12\times9\times8}{5\times8}=\frac{12\times9}{5}$. Una quarta proporzionale alle altre lunghezze 12, 9 e 5 punti darà adunque la lunghezza rappresentativa di 10 trabucchi, ossia la linea CM.

Fig. 6.



Se non si hanno a disposizione che le sole misure metriche, bisognerà tradurre le lunghezze suddette in suddivisioni metriche per mezzo delle tavole.

1 Trabucco=3^{m},086; 1 piede=0^{m}, 514

1 Oncia =0^{m},043; 1 punto=0^{m},0035

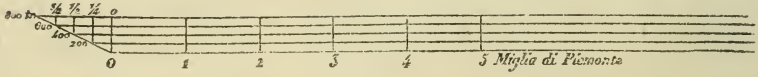
Quindi per la scala di proporzione di 1 a 400 si avrà: 10 trabucchi=30^{m}, 86 rappresentati sulla carta da

$$CM = \frac{30^{m},\ 86}{400} = 0^{m},\ 077.$$

Quest'ultimo esempio servirà di norma per tutti i casi simili al precedente.

Le scale in trabucchi che devono servire a misure itinerarie, portano l'indicazione delle miglia piemontesi (di 45 al grado) desunta dalla relazione: 1 miglio=800 trabucchi. Per una carta alla scala di 1 a 250000, una simile scala sarebbe la seguente:

Fig. 7.



§ 12. Dedurre la scala di proporzione dalla scala grafica segnata sul piano.

Accade spesso che in una carta sia segnata la sola scala grafica costrutta con un'unità di misura qualunque, e dalla quale si voglia risalire alla scala di proporzione: questo problema è inverso del precedente.

Sia p. e. una scala grafica divisa in metri e suddivisioni di metri: la distanza compresa fra le due estremità, giusta l'indicazione, rappresenta 750 metri; misurata quindi la lunghezza della scala stessa e trovatala p. e. eguale a 0,05, si avranno i due elementi del rapporto numerico che costituisce la scala di proporzione, cioè:

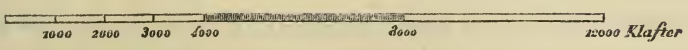
$$\frac{0,\ 05}{750} = \frac{5}{75000} = \frac{1}{15000}$$

Potrà accadere che la scala grafica non sia riportata al metro,

e che essa porti invece l'indicazione di un'altra misura qualunque che ha servito di base alla sua costruzione.

1° *Esempio.* La carta del Lombardo-Veneto in 4 fogli, ha la seguente scala, in klafter (misura Austriaca):

Fig. 8.



Si desume dalle tavole di ragguaglio che il klafter=6 piedi e 6 piedi=72 pollici; perciò 12000 klafter=864000 pollici.

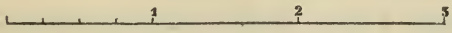
Se si avesse un regolo diviso in piedi e pollici d'Austria, si misurerebbe con questo la lunghezza totale della scala e si troverebbe di tre pollici, i quali ne rappresentano 864000 sul terreno. La scala di proporzione sarà adunque $\frac{3}{864000}=\frac{1}{288000.}$

Questo metodo è affatto identico a quello usato più sopra per la misura in metri; ma il suo uso sarebbe impossibile, quando non si avessero i campioni delle misure impiegate per la scala grafica. Si dovrebbero in tal caso ridurre tutte le lunghezze alla loro espressione in metri, preso il metro quale termine comune.

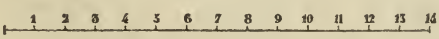
2° *Esempio.* La carta di Savoia di Paul Chaix non ha scala di proporzione; ma porta le scale grafiche colle seguenti indicazioni:

Fig. 9.

Lieues françaises de 25 au degré.



Milles géographiques allemands de 15 au degré.



Milles anglais de 69 au degré.

Conoscendo il valore del grado in metri cioè 111111,111^{m}... si trova la scala della carta essere di 1 a 400000.

§ 13. Cercare la scala di proporzione quando la carta non porta alcuna indicazione di scala.

Quando la carta non porta indicazione alcuna di scala, per rinvenir questa, farà d'uopo conoscere la distanza tra due punti sul terreno, la quale si ottiene portandosi, quando ciò sia possibile, sul luogo a misurarla; nel caso contrario, per ricavare questo dato, converrà ricorrere alle statistiche, ai ragguagli od a qualsiasi altra sorgente; e, conosciuta tale lunghezza sul terreno e misurata la sua omologa sul piano, la scala di proporzione sarà data dal rapporto fra queste due quantità, come venne spiegato al § 9.

§ 14. Utilità per una carta di portare l'indicazione delle due scale.

Le carte topografiche moderne contengono generalmente le scale sotto ambe le forme sovra indicate, ciò che procura un grandissimo vantaggio; imperocchè la scala di proporzione serve a classificare immediatamente la carta, a giudicare i particolari che somministra e quindi l'uso a cui può servire, e la scala grafica facilita il mezzo di dedurre le lunghezze reali del terreno dalle omologhe sulla carta e perciò offre la misura immediata delle distanze di cui si abbisogna.

Si può del resto, con qualche abitudine della lettura delle carte, supplire all'assenza dell'una e dell'altra scala: la grandezza di alcuni oggetti ridotta sul disegno, e specialmente delle fabbriche, strade, ponti, villaggi ecc., è per l'occhio esperto un sufficiente elemento di paragone per la classificazione di una carta; e così pure dall'uso si acquisterà la facoltà di stimare a vista le piccole distanze.

Il quadro seguente servirà ad aiutare la memoria:

Alla scala di $\frac{1}{1000}$	1 centimetro corrisponde	a 10 metri sul terreno
» » di $\frac{1}{2500}$	4 millimetri corrispondono	
» » di $\frac{1}{5000}$	2 centimetri corrispondono	a 100 metri sul terreno
» » di $\frac{1}{10000}$	1 centimetro corrisponde	
» » di $\frac{1}{20000}$	5 millimetri corrispondono	
» » di $\frac{1}{50000}$	2 millimetri corrispondono	

§ 15. Scale antiche usate in Piemonte.

Accadendo spesso di dover far uso di piani antichi, è utile di conoscere le scale che fino al principio del volgente secolo impiegavansi in Piemonte; queste erano:

1° Scala detta di Savoia il cui rapporto è: 1 a 2362,50

2° Scala al quarto della precedente . . 1 a 9450

3° Scala detta la quinta della quarta . 1 a 47250

L'unità di misura era il trabucco camerale, diviso in 6 piedi liprandi.

§ 16. Classificazione delle carte secondo le loro scale.

In ordine al rapporto delle scale, le carte in generale si possono classificare in *topografiche*, *corografiche* e *geografiche*.

Le carte *topografiche* danno la rappresentazione circostanziata delle forme del terreno e degli oggetti vari, quali sono le città,

i villaggi, i cascinali, gli edifizi, i corsi d'acqua, le strade, i sentieri, i boschi e la coltura del suolo.

Le carte *corografiche* si riferiscono ad una considerevole estensione di paese, e comprendono generalmente l'insieme di uno Stato colle sue divisioni politiche ed amministrative. Esse danno la configurazione generale del suolo, le grandi comunicazioni, la posizione delle città e dei capoluoghi: le borgate ed i villaggi ecc., vi sono indicati con segni convenzionali. Per carte corografiche s'intendevano finora le carte generali d'uno Stato politico di qualche importanza; questa distinzione però perdette il suo senso, dappoichè per rispondere ai bisogni pubblici ed ai progressi della scienza, le principali potenze impresero la pubblicazione di carte topografiche del proprio territorio.

Le carte *geografiche* finalmente abbracciano le grandi divisioni naturali o politiche del globo. Esse fanno conoscere la direzione delle catene dei monti, e dei grandi bacini, il sito delle città principali, sì che d'un colpo d'occhio si scorge la posizione rispettiva di questi oggetti, e la loro situazione generale, rapporto all'equatore, ai poli, all'oceano ecc.

Nella classificazione delle carte si potrebbero aggiungere altresì le carte *idrografiche* o *marine*, le quali rappresentano tratti di mare e di litorale, coll'indicazione della profondità delle acque data dagli scandagli.

La tabella seguente fa conoscere però in modo più preciso la classificazione particolareggiata delle carte, secondo le varie scale più in uso.

CARTE	SCALE	
TOPOGRAFICHE	1 a 1000	Piani per progetti speciali. — Piani per l'accampamento d'un Battaglione o Reggimento.
	1 a 2000 sino 1 a 2500 . . .	Piani circostanziati delle città, villaggi, piazze da guerra; e tracciamento d'opere di fortificazione campale. — La scala di 1 a 2500 è riconosciuta conveniente per il catastro; ogni metro è rappresentato da $0^{m},0004$.
	1 a 5000 sino 1 a 10000 . . .	Piani topografici di un paese di media estensione. — Piani d'accampamento d'una divisione d'Esercito. — Piani d'un campo di manovre per corpi di truppa. — Piani di posizioni militari, d'itinerarii. — Piani topografici delle piazze di guerra. — Progetti in massima di strade, canali ecc. — La scala di 1 a 10000 è quella adottata per la levata colla tavoletta degli Uffiziali di Stato Maggiore Sardo.
	1 a 15000 sino 1 a 40000 . . .	Piani di ricognizione d'un paese in tempo di guerra. — Piani di battaglia, combattimenti e movimenti d'eserciti. — Piani di accampamento d'un Esercito intero. — La scala di 1 a 25000 è d'ordinario il limite delle levate topografiche regolari.
	1 a 50000	Carta topografica di un piccolo Stato.—Carta delle linee difensive con forti, campi e posizioni trincerate. — Carta grande degli Stati Sardi in terraferma in 91 fogli.
	1 a 80000 sino 1 a 100000 . .	Carte topografiche per le operazioni di guerra, marcie e dislocazioni d'un Esercito. Le carte topografiche della Francia e della Prussia Renana sono alla scala di 1 a 80000. Quella del Lombardo-Veneto è alla scala di 1 a 86400, e quella della Svizzera, tracciata sotto la direzione del Generale Dufour, alla scala di 1 a 100000.—La scala di 1 a 100000 è il limite massimo delle carte topografiche.
COROGRAFICHE	1 a 200000 sino 1 a 250000 . .	Carte corografiche di uno Stato. — Carte generali di varii confini colle linee strategiche ad essi relative. — La carta degli Stati Sardi in terraferma in 6 fogli è alla scala di 1 a 250000; come pure la carta della Sardegna del generale Alberto La Marmora.
	1 a 500000 sino 1 a 800000 . .	Carte itinerarie d'un paese. — Carta generale d'un teatro d'operazioni. — La carta degli Stati Sardi in terraferma in un sol foglio è alla scala di 1 a 500000. — La scala di 1 a 800000 è il limite massimo delle carte corografiche.
GEOGRAFICHE	1 a 1000000 e al di sopra	Carte geografiche d'una o più parti del globo.

CAPO TERZO

RAPPRESENTAZIONE DEL TERRENO

—

ARTICOLO PRIMO

Aspetto fisico del suolo.

—

Sguardo generale sulla configurazione del terreno. Displuvio, impluvio, versante, valle, fiume, influenti, bacino. Osservazioni alla teoria generale.— Studio delle terre. Monti, catene, colline. Classificazione delle montagne. Ghiacciai. Osservazioni sulla catena delle Alpi. Valli; alte e basse valli. Pianure. — Studio delle acque. Osservazioni sul corso de'fiumi. Cateratte. Guadi. Piene.

—

§ 17. Sguardo generale sulla configurazione del terreno.

Onde poter bene apprezzare e rappresentare la configurazione del terreno, è d'uopo studiare le forme e le accidentalità del suolo nel loro complesso e nella loro generale classificazione. E perciò sarà utile, prima di pigliare a dire i metodi impiegati in topografia per la rappresentazione del terreno, di far precedere alcuni ricordi elementari, tolti dalla geografia fisica, da quella scienza cioè, che considera la configurazione ed i caratteri della superficie terrestre.

Nella geografia fisica, la superficie terrestre prende il nome di *terracquea*, perchè composta di terre e di acque; di quelle

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Fig.ª 10.ª

per $^1/_4$ di queste per $^3/_4$ circa. Delle terre le tre porzioni più grandi prendono il nome di *continenti*, le altre di *isole* (*a*).

Displuvio, impluvio, versante, fiume, valle. Se si prende ad osservare la configurazione generale di un continente o di un'isola, si rileva che partendo dalla riva del mare, il suolo si rialza gradatamente verso l'interno sino ad una serie o *catena* di alture *x p a w i v y* (fig. 10) (montagne o colline), oltre la quale declina simmetricamente fino all'opposta riva. Ogni terra può dunque considerarsi come constante di due piani di pendenza contraria o *versanti primarii*, *a b r y*, *a c s y*, che s'intersecano superiormente formando uno spigolo, che ha il nome di *lare* o *displuvio*, ed è la linea di divisione delle acque. Così se, p. e., dalle spiaggie di Livorno o Civitavecchia procedesi verso l'interno si vede il suolo innalzarsi fino all'Appennino, ed abbassarsi di nuovo fino all'opposta spiaggia a Rimini ed Ancona : la linea dell'Appennino è, in tal caso, il displuvio o la linea di divisione delle acque, le quali scorrono al Mediterraneo dall'una parte, all'Adriatico dall'altra.

Ognuno dei suddetti piani di pendenza generale si scompone in versanti secondarii, i quali sono determinati da catene di alture di secondo ordine *p f*, *p d* e *v z*, perpendicolari od oblique alla catena principale, formanti displuvio fra due versanti secondarii opposti e tendenti al mare, abbassandosi gradatamente. Ne segue che queste catene di second'ordine dirigono ognuna, due a due, l'una verso l'altra, un versante secondario *f h*, *g h*; e questi versanti vanno ad incontrarsi nei punti più bassi, lungo una linea detta *impluvio* (*Thalweg*) *a h*: questa è la linea che seguono le acque scendendo dal displuvio generale, e scorrendo

---

(*a*) Si chiama *continente* un gran tratto di terra non interrotto dall'acqua, sebbene possa essere da questa in molte guise intersecato. Il globo ne presenta tre soli : l'*Antico Continente*, che comprende l'Europa, l'Asia e l'Africa; il *Nuovo Continente*, od America; ed il *Continente Australe*, ossia Australia.

Isola dicesi quel tratto di terra assai meno esteso di un continente, circondato da ogni parte dall'acqua.

pel versante primario lungo le sue linee di massima pendenza. La massa delle acque, le quali scorrono per un impluvio principale, prende il nome di *fiume*. Il complesso di due versanti secondari riunentisi in un impluvio costituisce , colla parte del versante principale che intercettano, una *valle ;* così p. e., il versante orientale dell'Appennino si scompone in tanti versanti secondari, che formano altrettante valli tendenti al mare, come quelle del Montone, del Rabbi, del Bidente, del Savio ecc.

Una valle principale *f w v g c, d a e b*, ha, come vedesi, la sua origine al displuvio primario, i suoi fianchi sono gli stessi versanti secondari *f h, g h d j, e j*. Questi alla lor volta decompongonsi in versanti terziari *k l , i l* , determinati da catene di terz'ordine *g h*, che servono di displuvio fra due versanti terziari opposti, e che si abbassano gradatamente tendendo all'impluvio principale in direzione parallela, o quasi parallela, alla linea del displuvio primario.

Influente, Bacino. L'intersezione di questi versanti terziari, due a due, determina pure nuovi impluvii, ossiano impluvii secondari, che fanno capo all' impluvio principale. L' acqua che scorre nell'impluvio secondario *l h*, e si getta nel fiume, dicesi *influente*. Il complesso di due versanti terziari riunentisi in un impluvio secondario costituisce una valle di second'ordine *g k t h*.

Così, p. e., la valle del Po è una *valle di primo ordine* ; pel suo impluvio, scorre un fiume lungo la pendenza di un *versante primario*, del versante cioè che dalle Alpi scende al mare Adriatico. La valle del Tanaro è di *second'ordine;* pel suo impluvio, scorre un *affluente (Tanaro)*, che si getta nel fiume *(Po)* seguendo la pendenza di un versante secondario , del versante cioè, che dall'Appennino scende all'impluvio della valle di primo ordine.

I versanti terziari si decompongono alla lor volta formando valli di terz'ordine *i m l*; queste in altre di quarto ordine *n m* , e così via discorrendo fino al più piccolo burrone solcato dal più piccolo ruscello.

La riunione di tutte le valli percorse dal fiume e da tutti i suoi influenti costituisce un *bacino fluviale k g v w a f.* Il complesso dei bacini di tutti i fiumi, che si scaricano in uno stesso mare, costituisce un *bacino marino.* Così il bacino dell'Adriatico comprende tutti i bacini fluviali dei fiumi, che vi hanno foce, dalla terra di Bari fino ad Albania. Da questo sguardo generale si scorge come le linee delle alture, alle quali corrispondono i corsi delle acque, formino lo scheletro della configurazione di un terreno qualunque.

Osservazioni alla teoria generale. Ciò che è stato detto finora e di cui la fig. 10 offre una rappresentazione ideale, dà un concetto generale, o meglio, teoretico della superficie del terreno; ma nelle singole applicazioni pratiche la natura non presenta quella sistematica ed uniforme regolarità, che è stata adottata nella generalizzazione. Così per citare solo alcuni esempi:

1° Il displuvio generale non è sempre continuo e chiaramente caratterizzato da una catena di alture; ma è talvolta una superficie quasi piana, come, p. e., la separazione del bacino del Tanaro da quello del Po, fra Bra e Borgo di S. Dalmazzo. Quando questo piano è alto ed esteso, prende il nome di *altipiano* ed anche di *acrocoro* o *pianoro.*

2° Il displuvio generale che separa due bacini marini, si biforca talvolta per riunirsi di nuovo lasciando in mezzo un bacino interno, da cui le acque non hanno scolo in alcuno dei versanti principali; tali bacini diconsi *mediterranei:* l'Asia e l'America ne presentano parecchi esempi.

3° Spesso la linea d'un impluvio non va regolarmente declinando lungo il versante che percorre, ma si rialza ad un tratto, opponendo un ostacolo al corso delle acque; queste allora si alzano, e rifluiscono riempiendo le parti più basse fino al livello della barriera, che loro è opposta, per superarla quindi, e continuare il loro corso: così si formano i laghi.

4° In generale i displuvii non seguono linee rette, ma curve spezzate ed inclinate fra loro, sotto angoli di diversa ampiezza.

§ 18. Studio delle terre. Monti. Catene. Colline.

Le alture od elevazioni della superficie del terreno prendono i nomi di *monti* e *montagne*; il primo è più speciale e deve farsi precedere ogniqualvolta si indica il nome proprio; mentre il secondo è più generico ed astratto, e si adopera altresì per indicare una serie di monti.

Si distinguono in una montagna: la sua *base* o *piede*; le *falde*, che sono le striscie a pendìo della montagna stessa, ossia la zona declive, che sovrasta al piede. I *fianchi* sono in generale i versanti di un monte. I vocaboli *declivio*, *pendìo*, *china* sono sinonimi. La *sommità* è complessivamente la parte superiore del monte; dicesi *cima* o *vetta* la parte che corona la sommità. Il *punto culminante* è l'estremità della cima più alta di una montagna, d'onde se ne computa l'altezza. La linea di displuvio di una montagna, specialmente se con versanti ripidi, dicesi *cresta*.

Le montagne non sono isolate, ma si collegano fra loro per serie contigue alla base, la cui riunione si chiama *catena*. Un *gruppo* è l'unione di più catene, e la riunione di varii gruppi si dice *sistema*. L'importanza d'una catena si riferisce sempre a quella dei corsi d'acqua che da essa derivano. I rigonfiamenti della catena principale, dai quali le catene secondarie si partono, diconsi *nodi*. Queste catene secondarie, se hanno un grande sviluppo e non formano angolo retto colla direzione della principale, diconsi *giogaje*; se sono invece diramazioni di non lunga estensione, per lo più perpendicolari alla catena, si chiamano *contrafforti*. I *rami* sono le suddivisioni laterali o terminali delle giogaie o dei contrafforti. Le prime servono di fianchi alle valli longitudinali, cioè a quelle che sono parallele alla catena primaria; i secondi formano fra loro le vallate traversali, cioè quelle che le sono perpendicolari. Allorchè due contrafforti prendono origine da un medesimo punto della catena e vanno nella direzione dei due opposti versanti, v'ha rinforzamento della

catena in questo stesso punto; la medesima cosa avendo luogo nell'incontro di due altri contrafforti, che discendono da ciascun lato parallelamente ai primi, v'ha, fra questi due rialzi, un punto in cui la vetta sembra abbassarsi, *avvallarsi*, ed offre un passaggio da un versante all'altro, formando il punto d'incontro di due teste di valli. Questo punto chiamasi *passo* o *varco*. Non è raro incontrarvi una piccola *conca* interna nel fondo (*combe*) ed un piccolo lago, che serve di serbatoio alle acque. Questi passi sono diversamente appellati secondo l'uso de'vari paesi; così diconsi: *colle* nelle alpi che confinano alla Francia, *giogo* (*joch*) in quelle che guardano la Germania, *porto (port)* nei Pirenei, *pertugio* (*pertuis*) nella catena del Jura ecc.

La conformazione esterna delle montagne è assai bizzarra, variabile, irregolare, e dipende ordinariamente dalla loro composizione geologica. Ora scabre, squarciate, erte, nude, sterili, coperte di neve e di ghiaccio, le loro sommità si presentano sotto la forma piramidale, conica, cilindrica, emisferica, che prendono il nome di *pizzi*, *guglie*, *corni*, *picchi*, *denti*, *torri*, *cupole*, *palloni*, *tavole* ecc. Ora diversamente inclinate, e di forme dolci, si compongono d'una serie di ripiani ondulati, coperti di foreste, di pascoli, di vigneti.

Sovente s'incontra nelle alpi ciò che chiamasi un *salto* (*barre*). È questo una parete erta di roccie, che si stende lungo il fianco di una valle, separando la parte inferiore del versante dalle regioni superiori coperte in gran parte di colture e di abitati. Spesso trovansi parti nude e scoscese, che diconsi *rupi* o *roccie*, e se le roccie sono in riva al mare, diconsi *costiere (falaises)*; se nel mare stesso o protendentisi dal lido, *scogli :* e questi ultimi possono essere coperti o no dalle acque.

I monticelli di sabbia formati lungo il lido del mare dalla forza delle onde, chiamansi *dune* ; le alture sabbiose coperte dalle acque del mare diconsi *banchi di sabbia*.

Le *colline* o *colli* differiscono dalle montagne non solo per la loro altezza, ma altresì per le loro forme e per le loro disposizioni. Esse si compongono generalmente di terrazzi ondulati,

spesso estesissimi, di lunghezza e larghezza quasi uguali; la loro vetta generale non è distinta, e nulla v'ha di costante nella loro direzione.

Chiamansi *monticelli (mamelons)* gli ultimi rilievi tondeggianti ed isolati della superficie del terreno, pei quali il declivio generale del bacino si sfuma nella pianura.

Un *poggio* (*tertre)* od un'*eminenza* (*butte*) è una collina staccata, isolata nel mezzo della pianura.

Costa (*côteau*) è il versante coltivato d'una collina.

Evvi ancora una specie singolare di monti, dai quali si sviluppa fumo, fuoco e spesso materie minerali incandescenti o liquefatte. Questi diconsi *vulcani*; il foro da cui esce la materia, chiamasi *cratere*.

Classificazione delle montagne. Ghiacciai. L'altezza delle montagne influisce sulla temperatura e sulla vegetazione del loro suolo; più si sale, e più la temperatura si abbassa: s'incontrano gli alberi, gli arbusti, poi le erbe e finalmente non si vede più che una calotta di nevi perpetue. Il limite di queste nevi è dai 2800 ai 3000 metri a 45 gradi di latitudine (siccome risulta dalle ripetute osservazioni degli ufficiali del Corpo R. di Stato Maggiore Sardo, i quali, nel corso delle operazioni geodetiche, hanno avuto campo di percorrere frequentemente le alpi); cioè a quest'altezza le nevi cominciano a rimanere permanenti.

I limiti della vegetazione delle piante possono indicare approssimativamente l'altezza dei siti.

L'olivo	cessa di vegetare a	700^{m}	di altezza
La vigna e il grano turco	»	900^{m}	»
Castagno	»	950^{m}	»
Noce	»	1000^{m}	»
Quercia	»	1200^{m}	»
Frassino	»	1450^{m}	»
Betulla bianca	»	1800^{m}	»
Pino comune	»	1900^{m}	»
Abete e Larice	»	2100^{m}	»

Superiormente alla regione degli abeti e dei larici non si vedono che pochi arbusti, come sono l'alno delle Alpi ed i rododendri, i quali pure vanno cessando gradatamente per dar luogo alle sole erbe, ed infine ai muschi ed ai licheni.

Per riguardo alle comunicazioni ed alle varie produzioni, queste diverse regioni si potrebbero classificare come segue:

Regioni di alte montagne: quelle che sono senza vegetazione alle loro sommità e conservano nevi perpetue; le strade vi sono rare e difficili a percorrersi.

Montagne di mediocre altezza: quelle che offrono soltanto pascoli, alcuni boschi d'abete, di betulla o di altri alberi meschini, qualche campo coltivato a segale, qualche capanna, piccoli casolari fabbricati sui passi frequentati, o sui corsi d'acqua. Le acque vi sono meno rapide e non occupano tutta la larghezza della valle.

Regioni di basse montagne: quelle formate di alture coperte di foreste, di terre coltivate, ed intersecate da frequenti strade di comunicazione.

Vengono quindi le *colline*, che sono le ultime ramificazioni delle precedenti, protendentisi sino al piano e coltivate rigogliosamente.

Le grandi catene, come le Alpi, offrono successivamente tutti questi caratteri.

Le alte montagne racchiudono spazii ove la congelazione è permanente, e che diconsi *ghiacciai*. Questi si formano da masse di neve e di ghiaccio che si avvallano, si comprimono, e si consolidano per l'evaporazione e per l'alternativa delle fondite e dei geli. I ghiacciai sono orlati nella loro parte inferiore da ammassi di sabbia, di ghiaia e di pietre che diconsi *morene*, e terminati inferiormente da una scarpa di ghiaccio che sembra non aderire alla terra, e da cui esce una corrente d'acqua. Queste sono le sorgenti dei fiumi che nascono nelle regioni delle Alpi.

Il limite dei ghiacciai è d'assai inferiore a quello delle nevi perpetue: essi scendono fino in mezzo ai boschi ed ai pascoli:

i più considerevoli hanno da 32 a 40 chilometri di lunghezza e da 8 a 12 di larghezza. I ghiacciai servono a provvedere continuamente le acque ai continenti.

Osservazioni sulla catena delle Alpi. Applicando, quanto si è detto, alle Alpi che cingono l'Italia superiore, voglionsi distinguere in esse sette *nodi principali*, da cui le catene secondarie si partono, e sono:

1 Il nodo della Stura o dei 4 Vescovadi;

2 » » Bardoneccia o del Tabor;

3 » del Monte Iséran;

4 » » Monte Bianco;

5 » » S. Gottardo;

6 » » Maloggia;

7 » » Pizzo de' Tre Signori.

E per citare un esempio, dal nodo del monte Iséran pigliano origine due giogaie di gran mole; la prima che tende a levante, separa la Dora Baltea dall' Orco; la seconda che muove verso ponente, occupa lo spazio di paese che trovasi fra l'Arc e l'Isère. I rami secondarii ed i contrafforti che hanno origine dalla catena delle Alpi, si staccano dai sette nodi or ora accennati, ovvero dai tratti intermedi. L' insieme costituisce il sistema Alpino, comprese le vallate che solcano i versanti.

E, riguardo ai versanti medesimi, è da osservarsi come le pendici delle Alpi, che guardano l' Italia, hanno tutt' altro aspetto che le opposte. Queste ultime vanno, con lunga serie

di alture e di valli, prolungandosi considerevolmente; le interne invece scendono al piano per mezzo di contrafforti brevi, e per lo più ripidissimi. Il monte Bianco (4804^{m} sul livello del mare), che è il punto culminante delle Alpi, mentre è accessibile dalla parte della Savoia, presenta, da quella della valle d'Aosta, una smisurata altezza quasi perpendicolare.

I varchi più agevoli delle Alpi si trovano sempre là dove poggiano due teste di valli, solcate dalle acque in senso opposto alla direzione della catena; così la valle della Stura comunica pel Col della Maddalena con quella della Duranza; la valle di Aosta con quella dell'Isère pel giogo del piccolo S. Bernardo, e con quella del Rodano pel gran S. Bernardo.

Valli. Le valli sono comprese fra le pendenze laterali delle catene secondarie, l'incontro delle quali è la linea più bassa del terreno. Questa chiamasi, come già si disse, *impluvio*, perchè serve di linea di riunione delle acque.

Le valli si sogliono dividere in tre ordini.

Valle principale o *primaria*, che serve di letto ad una gran corrente d'acqua, e si avvia pel piano di china generale, cioè per un versante primario; p. es. la valle del Po.

Valle secondaria, che prende origine dalla catena stessa, oppure da una giogaia o da un contrafforte e serve di letto a qualche influente che mette foce nella valle principale; p. e. la valle della Dora Baltea.

Le valli di terz'ordine separano le diramazioni di ciascuna giogaia o di ciascun contrafforte, e sboccano in un bacino di second'ordine; p. e. la valle della Toce.

Allorchè la concavità non è che una fessura a pareti dirupate, chiamasi *burrone* (*ravin*).

Per rapporto poi alla loro giacitura, le valli distinguonsi in *valli longitudinali*, che sono formate da una parte del fianco stesso della catena principale, e *valli traversali*, comprese fra i contrafforti, che discendono perpendicolarmente alla direzione della catena.

Alte e basse valli. — Pianure. Le valli si distinguono ancora in *alte* e *basse*.

Le alte valli sono lunghe, strette e profonde, percorse ordinariamente da corsi d'acqua; il loro impluvio ha una pendenza sempre più ripida a misura che si avvicina alla vetta, senza che questo innalzamento sia uniforme; esse formano circhi od anfiteatri, ed in questo caso non conducono a passi frequentati, ma questi si trovano piuttosto nelle vallette laterali.

Le valli vanno generalmente allargandosi dal vertice all'imo, ove si confondono colle pianure, ma questo allargamento non è uniforme; v'hanno dilatamenti interrotti da passaggi stretti e dirupati detti *gole* o *strette*.

Gl'influenti mettono capo ordinariamente nell'impluvio principale, facendo con questo un angolo acuto rivolto nella direzione del pendìo. Allorchè i fianchi sono ripidi come nelle alpi, gli influenti vengono a cadere nell'impluvio principale sotto angoli assai prossimi al retto. Il contrario non avrebbe luogo, che allorquando una diramazione si rivolgesse verso la vetta principale.

Il fondo delle valli non discende uniformemente, ma presenta una serie di pendenze dolci e ripide che formano come altrettanti bacini successivi.

Quando i due versanti hanno un pendìo dolce, la valle è larga e regolare e l'impluvio nel mezzo; di più se le due catene laterali corrono egualmente alte e parallele fra loro, il letto della corrente è uniforme e le sue sponde sono egualmente scoscese e distanti dal filone dell'acqua.

Allorchè uno dei versanti ha una pendenza dolce e l'altro una pendenza forte, la valle è irregolare; l'impluvio si avvicina al dirupo, le acque arrestate da frequenti ostacoli si scavano un letto nel pendìo dolce, e ritornano quindi al dirupo; una delle due ripe è perciò ripida e dirupata, l'altra in dolce pendenza.

Le valli tra due versanti scoscesi sono strettissime ed irregolarissime; l'impluvio ha molte inflessioni; gli ostacoli vi sono frequenti e producono restringimenti ed allargamenti successivi.

Questi tre differenti caratteri si trovano riuniti in una gran valle, nella quale appaiono anche a destra ed a manca dell'impluvio, pianure, spesso larghissime, che vanno a congiungersi col pendìo e nascono dai sedimenti prodotti dalle inondazioni.

Le valli basse sono quelle che si allargano ed i cui orli si abbassano in modo che formano grandi spazii orizzontali, nei quali la superficie terrestre non offre che poca o nessuna accidentalità, e chiamansi *pianure.*

V'hanno quasi sempre, nelle pianure, ondulazioni più o meno pronunziate. Chiamasi *Cortina* (*rideau* o *pli de terrain*) quella specie di piega della superficie che non corrisponde a verun displuvio. Gli *altipiani* (*plateaux*) non sono altro che alte pianure che presentano le stesse accidentalità delle valli. Generalmente le pianure si trovano a varie altezze ed in ogni sorta di terreno, e, specialmente se incolte, sono chiamate con nomi diversi secondo il linguaggio dei varii paesi: *Vaude* o *Gerbidi* in Piemonte, *Lande* in Francia, *Steppe* in Russia, *Savane* nell'America settentrionale, *Pampas* o *Leanos* nella meridionale, *Carrù* nell'Africa australe.

I ghiacciai e le fonti perenni servono di continuo alimento alle acque correnti, cosicchè puossi attribuire alla forma naturale di queste la regolare direzione dello sbocco dei fiumi e delle riviere nel *bacino centrale.* Strette generalmente e per lo più disastrose nel cominciare, le valli alpine dopo di essersi allargate e rinserrate a vicenda, apronsi poi sempre coll'avvicinarsi al termine loro. La valle dell'Adige è una eccezione.

§ 19. Studio delle acque.

Le sorgenti provengono dai serbatoi interni, alimentati dalla precipitazione dei vapori atmosferici sulle alture. Queste acque, filtrando, penetrano i terreni permeabili, finchè incontrano uno strato impermeabile, il quale divergendo il loro corso, le conduce alla superficie ove vengono a sgorgare.

Le sorgenti dei grandi fiumi, nelle Alpi, sono al piede dei ghiacciai.

Il canale occupato dal corso d'acqua si chiama *letto* od *alveo:* la sua larghezza aumenta dalla sorgente allo sbocco; se i suoi orli hanno una pendenza dolce si dicono *a scarpa* (*talus*); se hanno una pendenza ripida, *sponde* (*berges*). *Greto* è la parte arenosa del letto del fiume non sempre coperto dalle acque.

Le acque si distinguono come segue:

Acque selvaggie. Quelle che solcano i burroni delle montagne nei tempi di pioggie e d'uragani.

Ruscello. Debole corso d'acqua che facilmente si può varcare.

Torrente. Corso d'acqua il cui letto è ineguale e ripido, sovente a secco e soggetto a piene subitanee e devastatrici.

Riviera. Corso costante d'acqua d'un volume considerevole, formante il bacino d'una valle di second'ordine, e sboccante in un fiume.

Fiume. Forte corso d'acqua perenne che si scarica direttamente nel mare.

Fiumana. Torrente lungo le coste che mette capo nel mare.

Osservazioni sul corso dei fiumi. Cateratte. Guadi. Piene.

L'elevazione e la situazione dell'origine, lo sviluppo della valle che bagna, la sua pendenza, influiscono sulla maggiore o minore rapidità e sulla direzione retta o sinuosa d'un corso d'acqua. La pendenza non è uniforme in tutta la lunghezza del corso; verso la sorgente essa è ordinariamente grandissima, e dà alla corrente l'aspetto d'un torrente, che corrode le ripe, scavasi il letto e trascina seco roccie e terre; più si avanza, e più la pendenza diminuisce e finisce quasi per annullarsi; l'acqua deposita allora le materie che trascina, ora sulle ripe, ciò che forma scarpe, che l'incanalano ed assicurano la regolarità del suo corso; ora nel proprio letto, ciò che solleva il fondo, produce isole, banchi ed alluvioni, e distrugge la pendenza, cosichè la pressione sola dell'acqua dà moto alla massa. In questo ultimo caso i depositi trasformati in terre fine ed in sabbie for-

mano *bassi fondi* e *barre* presso la foce, ed il fiume inonda ben tosto i terreni vicini. Si traccia allora un letto artificiale arginandone le ripe del fiume e facendolo così scorrere fra alzate di terra; ma a poco a poco i depositi si prolungano nel mare, e la terra va allontanando i suoi limiti. Il Po presenta un esempio di questi differenti caratteri; rovinoso e rapido, a modo di torrente, fino allo sbocco nel piano presso Saluzzo, serpeggia quindi, fra sponde rilevate, fino al dissotto di Torino; poi incominciano le sponde ad abbassarsi; sabbie e ghiaje inceppano il corso delle acque, che spesso cambiano letto inondando la pianura; più in giù ambe le rive sono munite d'argini, che regolano la corrente, fino allo sbocco nel mare, ove essa si divide in molti rami formando, ciò che si chiama, un *delta*.

Allorchè il declivío soggiace a variazioni subitanee si forma una *cascata d'acqua* o *cateratta* in un colatoio stretto e profondo; qualche volta il fiume penetra nel suolo, e lo strato di roccia, che lo ricopre, piglia l'aspetto d'un ponte naturale.

La rapidità d'un corso d'acqua non è sempre in ragione della sua pendenza; le sinuosità, le isole, i bassi fondi la diminuiscono; gli affluenti l'accrescono specialmente se il letto si allarga poco; la profondità è quasi sempre proporzionale alla rapidità.

Si distinguono d'ordinario ne' fiumi tre velocità:

Grande velocità	da 2^m	a $2^m,60$	per minuto secondo;
Media velocità	da 1^m	a $1^m,60$	» »
Piccola velocità	da $0^m,33$	a $0^m,60$	» »

Nel momento delle grandi inondazioni queste velocità aumentano di circa $^1/_2$ od $^1/_3$; nelle gran siccità diminuiscono per lo contrario da $^1/_8$ ad $^1/_4$.

Inoltre la rapidità non è la medesima in tutta la larghezza del letto; essa diminuisce dal mezzo alle rive egualmente, se il letto è in linea retta. Nei tempi di calma l'occhio distingue facilmente la corrente più forte od il *filone*; allorchè il vento agita la superficie dell'acqua, le più forti onde indicano i siti più profondi: se l'acqua è limpida, il suo colore quivi è più oscuro. Una super-

ficie increspata dinota alti fondi. Sovente il corso d'acqua s'inflette, si rigetta obliquamente sulla riva opposta, ove produce una sponda. Colà gli ostacoli, che incontra, lo costringono a nuovamente inflettersi e formare nella stessa maniera una sponda sull'altra riva, di modo che le parti sinuose presentano un'alternativa di sponde e di scarpe agli angoli rientranti e salienti, e le maggiori profondità sono al piede degli scoscendimenti alternativamente sull'una e sull'altra riva.

I *guadi* sono situati sulle parti dirette dei corsi d'acqua, o da un angolo saliente all'altro.

Il corso superiore d'un fiume nelle montagne, ove ha la sua sorgente, è ordinariamente ripidissimo e non può rendersi *navigabile*, ma è spesso *galleggiabile (flottable)*.

Il corso medio, che attraversa paesi montuosi, può divenir navigabile col mezzo dei lavori d'arte.

Il corso inferiore, che ha nello stesso tempo maggior larghezza e maggior profondità, offre in generale grandi facilità per la navigazione.

I corsi d'acqua soggiacciono annualmente a *piene*, che li fanno spesso escire dal loro letto e inondare i terreni circostanti; ne' climi temperati, ove le stagioni sono variabili, le piene sono accidentali ed improvvise e cagionano talvolta cangiamenti di letto.

Queste piene sono cagionate dalle acque, che scorrono rapidamente sulla superficie del suolo per le grandi pioggie o per lo squagliarsi delle nevi, senza penetrare negli strati inferiori, nei quali avrebbero alimentati i serbatoj permanenti. Da questo si scorge l'influenza, che esercitano le selve arrestando lo scorrimento e l'evaporazione troppo rapida delle acque, costringendole a distribuirsi ed a filtrare partitamente nel suolo. Molte regioni altre volte fertili divennero, collo sboscamento, improprie alla coltura.

Le riviere dei paesi temperati presentano nelle loro piene varietà importanti. Quelle che scendono da terreni poco alti non hanno piene straordinarie, che nelle grandi pioggie d'autunno;

ma quelle che vengono dalle alte montagne hanno ogni anno due piene periodiche piuttosto regolari, improvvise e devastatrici; la prima in marzo ed aprile alla fondita delle nevi, la seconda in luglio ed agosto, allorchè il forte calore ne fa fondere il resto ed intacca i ghiacciai. Si può riconoscere la frequenza e l'intensità delle inondazioni osservando i piccoli piani formati dai depositi dei fiumi da ciascun lato dell'impluvio. Questi piani sono tanto più elevati quanto più le inondazioni sono frequenti, e tanto più vasti quanto più quelle sono estese. Se si vedono grossi sassi nel letto di un fiume, in cui siavi poc'acqua, è un indizio che è soggetto alle piene. Si può riçonoscere l'altezza che raggiunse un'inondazione dalle vestigia che lasciò sugli alberi, che ne ombreggiano le rive. Si può ritenere per regola che un torrente alpestre gonfiato a 50 chilometri dalla sua sorgente per una pioggia di 48 ore, si rimetterà nel livello ordinario di 36 ore dipoi che la pioggia sarà cessata.

Le acque provenienti dalle alpi sono per lo più copiose tutto l'anno; havvi differenza fra gl'influenti alpini e quelli che scendono al Po dall'Appennino; i primi sono di rado guadabili a breve distanza dalle sorgenti loro, e si possono sempre più o meno navigare; laddove gli altri in generale, a modo di torrente, ora rimangono a secco, ora sono straboccanti d'acqua.

ARTICOLO SECONDO

Teoria del Rilievo del Terreno.

Metodo delle curve orizzontali. — Costruzione de'profili. — Equidistanza. — Distanza orizzontale fra le curve — Metodo delle linee di maggior pendenza. — Concorso delle linee di maggior pendenza colle curve orizzontali. — Tracciamento delle normali.

Si disse essere un piano, *una figura simile alla proiezione orizzontale del terreno.* Le teorie che verranno svolte, nei capi seguenti, insegneranno a riprodurre, giusta una data scala, le linee ed i contorni naturali degli oggetti. Per raggiungere compiutamente però lo scopo della topografia, cioè la cognizione esatta del terreno, egli è necessario, come venne dianzi accennato, che il piano rappresenti altresì il *rilievo del terreno*, cioè le altezze dei punti principali e la configurazione varia ed accidentata del suolo.

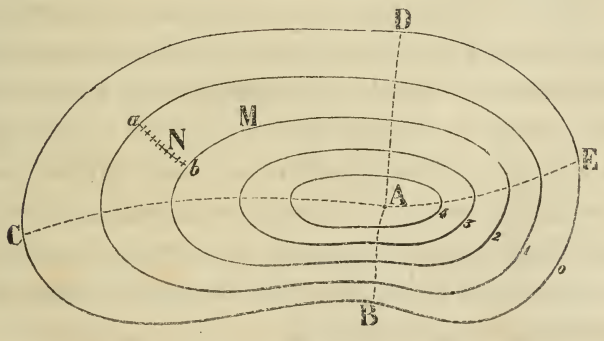
A due possonsi ridurre i metodi per rappresentare le forme del terreno: l'uno detto delle *curve orizzontali*, e l'altro chiamato delle *linee di maggior pendenza.*

§ 20. Metodo delle curve orizzontali.

S'immagini la superficie del terreno, un'altura ad esempio, segata da varii piani orizzontali equidistanti fra loro, cioè condotti a uguale distanza l'uno dall'altro; l'intersezione di ciascun piano colla superficie del terreno determinerà una linea curva, che prende il nome di *curva* o *sezione orizzontale.*

A rendere più chiaro il tracciamento delle curve orizzontali sulla superficie del terreno, basterà supporre l'altura, che si vuol rappresentare, situata in mezzo all'acqua ed il livello di questa innalzarsi progressivamente: il contorno della parte, che resterebbe successivamente allo scoperto, cioè la traccia che segnerebbe la superficie dell'acqua coll'altura, sarebbe appunto una curva orizzontale, rientrante in se stessa, la quale andrebbe diminuendo di sviluppo a misura che si accosterebbe al vertice o sommità dell'altura stessa. I punti appartenenti alla stessa curva sono di *livello*, cioè d'uguale altezza, e la curva, per mezzo della quale detti punti si suppongono legati fra loro, conserva sulla proiezione orizzontale, parallela al piano d'intersezione, la sua vera grandezza. Queste curve vengono adunque espresse sulla carta col mezzo di altre simili, ed aventi fra loro un rapporto determinato dalla scala del piano. La proiezione della curva più elevata sarà necessariamente compresa nello spazio racchiuso dalla proiezione della curva inferiore, come apparisce dalla fig. 11.

Fig. 11.



Egli è evidente, come dal complesso di queste curve proiettate si possa ottenere l'aspetto delle forme delle alture: e quanto più sarà il numero dei piani orizzontali che hanno determinato il contorno delle curve, e perciò fra loro più ravvicinati, tanto più esatta riescirà la rappresentazione del terreno. In al-

lora si comprenderanno perfettamente tutte le accidentalità della superficie; così si riconoscerà che, partendo del vertice o punto culminante A (fig. 11) per discendere alla curva quotata zero, che segna il piede dell'eminenza, il pendio più forte è nella direzione AB, poichè per abbassarsi d'una quantità determinata, la distanza da percorrersi orizzontalmente sarà la più breve: è questa una scala, i cui gradini hanno poca larghezza comparativamente alla loro altezza. Al contrario la pendenza nella direzione AC sarà la più dolce, perchè egli è in questa direzione che si troverà la maggior distanza dalla proiezione del punto culminante a quella della curva che segna la base dell'altura. In qualsivoglia altra direzione AD, AE, l'altura è meno rapida che in AB, e lo è di più che in AC.

Le curve orizzontali essendo determinate da piani egualmente distanti l'uno dall'altro nel senso verticale d'una quantità cognita, che prende appunto il nome di *equidistanza*, si potrà ottenere l'altezza d'un punto qualunque della superficie del terreno al dissopra della curva o piano di paragone. Se il punto è posto sopra una curva come ad esempio in M, e se l'equidistanza è di 1^m, la sua altezza sarà, nel caso attuale, di 2^m al dissopra dell'estrema curva inferiore BEDC. Se il punto è in una posizione intermedia, come sarebbe il punto N, sarà facile pur anche determinarne l'altezza, considerando che la distanza orizzontale *ab* fra le due curve, tra le quali è compreso il punto N, è il cateto di un triangolo rettangolo, in cui l'equidistanza (che nel caso attuale è di 1^m) è l'altro cateto. Parimenti la distanza orizzontale *a*N, e l'altezza incognita x del punto N sopra la curva immediatamente inferiore, sono i cateti di un triangolo rettangolo simile al primo. Onde istituendo la proporzione

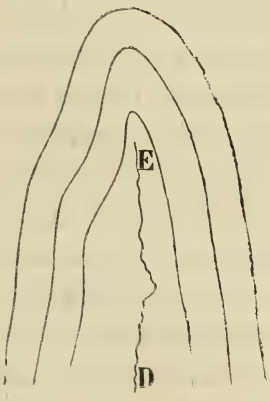
$$ab : a\mathrm{N} :: 1 : x$$

si ricaverà l'altezza x. Così se la distanza *ab*, ad esempio, è divisa in 10 parti eguali, e la proiezione del punto N cade sulla sesta divisione, si dirà che il punto N è ad $1^m,60$ al disopra della curva inferiore di paragone.

Il punto culminante esige una quota particolare, perchè la sua distanza dall'ultima curva non potrebbe essere precisamente uguale all'intervallo dei piani di livello, fuorchè per singolare circostanza: le quote delle sommità sono d'altronde importantissime perchè fissano le altezze relative delle differenti alture fra di loro.

Le curve sono *chiuse* o *aperte*, secondo che si riuniscono al loro punto di partenza o sono indefinite sul piano. Nel primo caso esse potranno similmente appartenere ad una eminenza o ad una concavità isolate; ma quest'ultima circostanza s'incontra rarissimamente in natura avendo le acque generalmente lo scolo verso i bacini inferiori. Le quote d'altronde delle curve estreme toglieranno ogni dubbio circa la vera forma, che si deve attribuire, in tal caso, alla figura risultante dalle curve orizzontali.

Fig. 12.



Se le curve non fossero chiuse, sarebbe più difficile distinguere in qual senso si trovi la pendenza; ma quest'incertezza sparirà tracciando i corsi d'acqua; così supposto un ruscello, in ED (fig. 12), si conchiuderà che il terreno circoscritto appartiene ad una valle.

I corsi d'acqua sono in generale il mezzo più sicuro e più semplice per riconoscere a prima vista, sopra di un piano, le parti basse d'un paese.

Un piano adunque a curve orizzontali offre esattamente le

altezze ed i declivii tanto assoluti quanto relativi, e meglio di ogni altro presenta la vera e caratteristica configurazione delle alture.

§ 21. Costruzione dei profili.

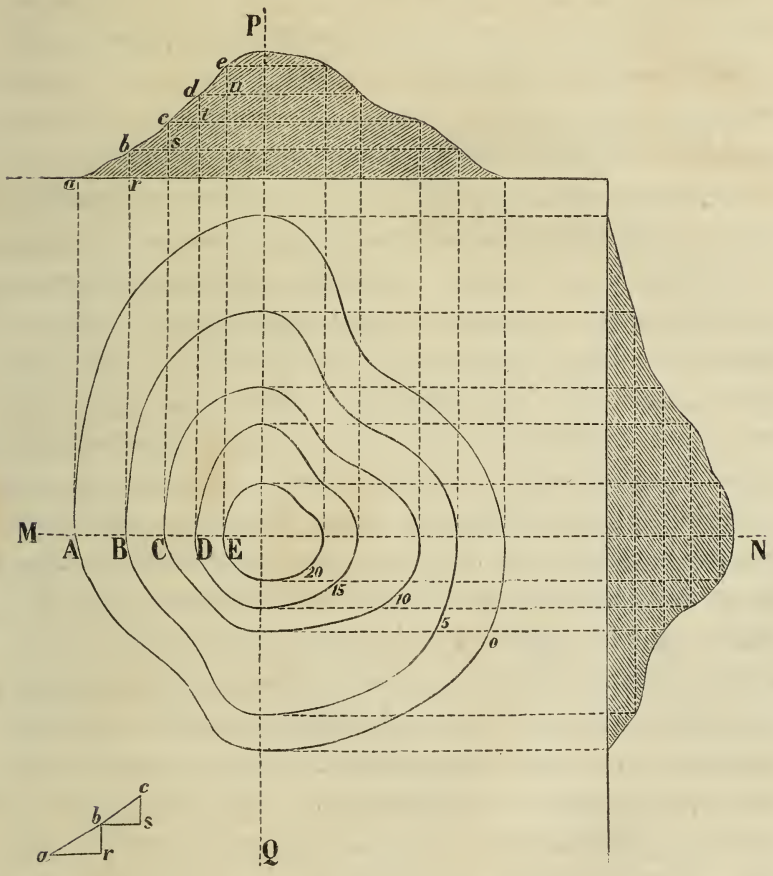
Mercè le curve orizzontali si ha altresì il mezzo di poter tracciare la linea o contorno risultante dall'intersezione di un piano verticale colla superficie di un'altura; linea questa che prende il nome di *profilo*.

Si supponga infatti un terreno in forma di monticello rappresentato, come lo indica la fig. 13, da curve orizzontali, la cui equidistanza è cognita ed eguale, p. e. a 5^m. Siano MN, PQ le tracce di due piani verticali, secondo i quali si taglia il terreno. A determinare il profilo, risultante dall'intersezione del piano verticale MN colla superficie dell' altura, si osserverà che il punto A, essendo sulla curva più bassa, quotata zero, appartiene al livello della base dell'altura; i punti B, C, D, E sono le proiezioni di altrettanti punti della superficie del terreno, posti, il primo sulla verticale, il cui piede è in B a 5^m di altezza, il secondo sulla verticale di C a 10^m di altezza, e così successivamente per gli altri. Conducendo adunque le rette *ar*, *bs*, *ct*, ecc. indefinite, parallele all'orizzontale MN del piano di base, e distanti verticalmente dell'equidistanza di 5^m ridotta giusta il rapporto della scala, si innalzeranno delle perpendicolari dai punti A, B, C, D, E, fino all'incontro delle parallele situate al loro rispettivo livello; i punti *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, segneranno i veri punti dell'intersezione, ossiano i punti della superficie, le cui proiezioni sono A, B, C, D, E. Se i piani sono in sufficiente numero ed abbastanza fra loro vicini, riunendo i punti *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, d'intersezione, con linee rette, si avrà il profilo del terreno, secondo MN. In modo analogo si avrebbe il profilo, secondo PQ, o secondo qualunque altra direzione.

Variando i profili in tutte le direzioni, si scorge che si può ottenere una conoscenza esatta delle forme del terreno e tanto

più sentita, quanto più prossimi saranno i piani di livello, o in altri termini, quanto più piccola sarà l'equidistanza adottata.

Fig. 13.



Si rileva parimenti che più il terreno è ripido, più le curve orizzontali saranno ravvicinate fra loro; e se, come nella figura, il profilo MN è fatto nel senso d'una linea di pendenza o di displuvio, si avrà una serie di piccoli triangoli rettangolari *abr*, *bcs*, ecc., i quali si potranno costrurre isolatamente, mediante la loro altezza eguale all'equidistanza ridotta in iscala, e l'angolo opposto chiamato *angolo di pendenza*.

Le basi di questi triangoli, che misurano le distanze fra le

curve, sono altrettanto più piccole quanto maggiori sono gli angoli di pendenza. Misurando il pendìo della retta che indica la più breve distanza fra due curve, si scorge, che per gli angoli di pendenze eguali, i triangoli sono eguali. Per un dirupo verticale le proiezioni delle curve che vi sono comprese, si confonderanno in una sola linea, la quale sarà la traccia del dirupo, o piano verticale col piano orizzontale.

§ 22. Equidistanza.

L'*equidistanza* è, come già si disse, la distanza verticale fra i piani orizzontali, i quali determinano le curve. Quanto più l' equidistanza sarà piccola, tanto più numerose saranno le curve orizzontali, epperciò maggiormente sentite, precise e determinate riesciranno le forme del terreno. Una tale equidistanza per altro non potrebbe essere scelta eguale per tutti i piani topografici a scale diverse, imperocchè, le distanze grafiche orizzontali fra le curve variando a seconda delle scale, si avrebbe l'inconveniente ove venisse adottata la stessa equidistanza per ogni scala, di ottenere le anzidette distanze troppo lunghe o troppo corte, per esprimere le medesime pendenze, a misura che le scale aumenterebbero o diminuirebbero; ed inoltre, di comprendere in una stessa distanza orizzontale grafica un numero diverso di curve. Di più adottando la medesima equidistanza per tutti i piani ne risulterebbe, se questa fosse piccola, che pei piani a piccole scale, le curve riuscirebbero, in certi casi, talmente ravvicinate da rendere impossibile il loro tracciamento: mentre se l'equidistanza fosse grande, pei piani a grandi scale, pur grande risulterebbe la distanza fra una curva e l'altra e perciò non abbastanza sentita riescirebbe la rappresentazione delle varie ondulazioni del suolo. Tali inconvenienti sarebbero evitati, ove l'equidistanza dei piani orizzontali venisse, per tutte le scale, *graficamente rappresentata dalla stessa lunghezza*, giacchè, in tal caso, una stessa distanza orizzontale grafica comprenderebbe un medesimo numero di curve, epperciò si avrebbe una sola espressione per le pendenze

uguali. Ritenendo adunque per ogni scala, una *stessa lunghezza grafica* per l'equidistanza, quest'ultima dovrà variare a seconda delle scale. Egli è naturale, per altra parte, che quanto più una scala è grande tanto più precisa debba risultare la rappresentazione delle forme del terreno.

A raggiungere quest'ultima condizione, e ad ottenere in pari tempo il medesimo numero di curve per una stessa distanza grafica orizzontale, si è convenuto di stabilire presso il Corpo Reale dello Stato Maggiore Sardo, che *qualunque sia la scala del piano topografico, l'equidistanza dei piani orizzontali sia sempre rappresentata graficamente da* 1 *millimetro.* Per conseguenza l'equidistanza risulterà

alla scala di 1 a 5000 di 5^m
» 1 a 10000 di 10^m
» 1 a 20000 di 20^m

e via di seguito.

Così una pendenza di 45°, per la quale la base della scarpa è uguale all'altezza, sarà, qualunque sia la scala del piano, rappresentata da curve distanti fra loro d'un millimetro.

Vuolsi tuttavia avvertire che una tale equidistanza, adottata in massima per le ordinarie levate regolari, è talvolta ridotta della metà nelle levate dei terreni leggermente ondulati, all'oggetto di poter meglio caratterizzare le varie ondulazioni, le quali sfuggirebbero alla rappresentazione coll'equidistanza prestabilita. Essa è altresì ridotta allorchè trattasi di piani per progetti speciali, ne' quali si richiede una rappresentazione più sentita e più esatta delle forme del terreno.

§ 23. Distanza orizzontale fra le curve.

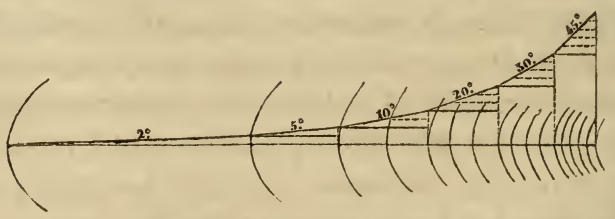
Adottata l'equidistanza grafica eguale per tutte le scale, ne risulterà che i triangoli di pendenza saranno gli stessi per una egual pendenza a tutte le scale; vale a dire che si potrà costrurre (fig. 14) una figura che offra, per tutti i casi, le

distanze grafiche fra le curve orizzontali, altrimenti dette le *normali*, corrispondenti a tutte le pendenze, costruendo il *triangolo di pendenza*, per inclinazioni del terreno, varianti di 5 in 5 gradi e successivamente di 10 in 10. Si troveranno allora i seguenti risultati:

GRADI DI PENDENZA	DISTANZE ORIZZONTALI
5°	0,m 01143
10°	0, 00567
15°	0, 00373
20°	0, 00275
25°	0, 00214
30°	0, 00173
35°	0, 00143
40°	0, 00119
45°	0, 00100
50°	0, 00084
55°	0, 00070
60°	0, 00058

Le pendenze al disotto di 5° non sono abbastanza sensibili per essere indicate sui piani topografici. Quelle oltre 60°, le cui distanze grafiche non permettono più di segnare le curve orizzontali, sono rappresentate come dirupi, e perciò vengono indicate con appositi segni convenzionali, come si vedrà più tardi.

Fig. 14.



Del modo poi di tracciare le curve orizzontali, (di determinare cioè praticamente i vârii punti di livello delle curve stesse, per cui il tracciamento di ognuna di queste ultime è determinato dalla curva, che lega fra loro gli stessi punti di livello) si vedrà in appresso trattando della levata de'piani.

§ 24. Metodo delle linee di maggior pendenza.

La linea di maggiore o massima pendenza è quella, che, condotta da un punto sulla superficie d'un pendio, fa l'angolo maggiore coll'orizzonte. Essa è indicata in natura dagli scoli delle acque piovane e da tutti i corsi d'acqua in generale, ed è la linea seguita dai corpi gravi rotolanti pel pendio. Per far comprendere questa proprietà caratteristica basterà osservare, che è legge della natura fisica, che un corpo grave, impedito di cadere secondo la direzione della gravità, cioè del filo a piombo, segue la linea che se ne scosta il meno possibile, vale a dire la linea che fa al punto di partenza della caduta del corpo, il minor angolo colla verticale. Ora una tal linea è appunto quella di massima pendenza, facendo essa l'angolo maggiore coll'orizzonte e per conseguenza l'angolo minore colla verticale.

La linea di massima pendenza è caratterizzata dalle seguenti proprietà:

1° *Essa è normale alle intersezioni della superficie co' piani orizzontali che passano per le sue estremità;*

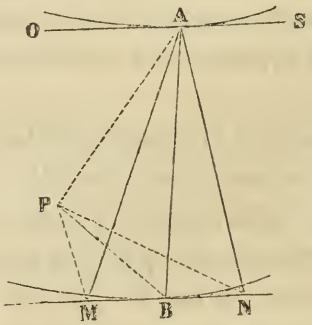
2° *La sua proiezione orizzontale è perpendicolare alle proiezioni delle dette intersezioni; e per conseguenza essa è la più corta distanza fra queste ultime.*

A ciò dimostrare si prende un punto A (fig. 15) sulla superficie d'un pendio, e suppongasi condotto dal medesimo un piano tangente alla superficie stessa. Tale piano potrà essere considerato per un piccolo tratto siccome confondentesi colla superficie del pendio; e supposta AB la linea di massima pendenza, essa potrà per conseguenza venir considerata tutta in quel piano. Al punto B conducasi un piano orizzontale, che tagli la superficie: MN sarà la traccia orizzontale, vale a dire l'intersezione di quel piano col piano tangente. Si prendano su questa orizzontale due punti M e N ad egual distanza da B, e conducansi le rette AM e AN.

Si supponga P la proiezione del punto A sul piano orizzontale che passa per MN; sarà PB la proiezione orizzontale di AB: uni-

scansi i punti M e N col punto P. Paragonando ora i triangoli AMP, ANP e ABP, si osserva dapprima che tutti e tre sono rettangoli in P ed hanno un lato comune AP. Quindi i due primi danno *tang.* AMP$=\frac{AP}{PM}$; *tang.* ANP$=\frac{AP}{PN}$; e il terzo finalmente dà *tang.* ABP$=\frac{AP}{BP}$. I numeratori di queste frazioni essendo eguali, egli è necessario, affinchè l'angolo ABP (che è quello di massima pendenza) sia maggiore degli altri, che il denominatore BP sia minore dei denominatori PM e PN; dunque PB è la più corta di tutte le rette, che partono dal punto P e vanno all'orizzontale MN.

Fig. 15



Ora la più corta distanza da un punto ad una retta è la perpendicolare condotta dal primo alla seconda; onde PB sarà perpendicolare a MN; e siccome l'intersezione MN è orizzontale, così la proiezione della linea AB, di maggior pendenza, sarà altresì perpendicolare alla proiezione dell'intersezione del piano orizzontale colla superficie. Risulta da questa proprietà che i triangoli rettangoli MPB e NPB sono uguali, perchè hanno BP comune, MB=NB per costruzione; dunque PM=PN. Alla stessa guisa i triangoli rettangoli AMP e ANP sono uguali, perchè hanno AP comune e PM=PN; perciò AM=AN: queste due ultime linee sono due oblique ugualmente distanti dal punto B; dunque AB è perpendicolare a MN. Egli è per tal modo dimo-

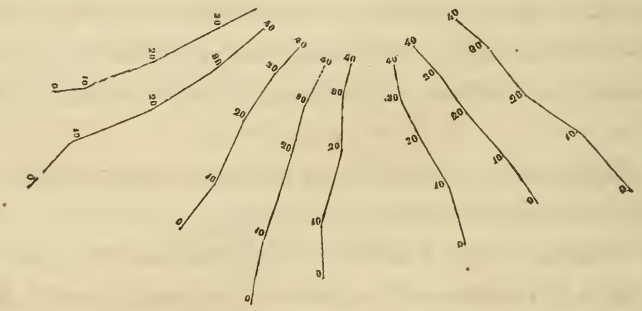
strato che la linea di maggior pendenza è perpendicolare all'intersezione del piano orizzontale colla superficie; e sarà per conseguenza perpendicolare a tutte le orizzontali condotte su quel piano, e perpendicolare infine all'orizzontale OS parallela a MN, all'intersezione cioè della superficie col piano orizzontale che passa per l'estremità A. La proiezione orizzontale di detta intersezione risulterà parallela a quella di MN, onde PB sarà perpendicolare alla proiezione di OS, come lo è alla proiezione di MN. Egli è dunque dimostrato altresì che la proiezione della linea di maggior pendenza è perpendicolare alle proiezioni delle intersezioni de'piani orizzontali colla superficie.

Ora se si suppone che i piani orizzontali sechino la superficie intera del terreno, il loro incontro con questa determinerà due curve orizzontali. Le tracce MN e OS diventeranno tangenti alle curve stesse, e la linea di maggior pendenza non cesserà di essere perpendicolare alle intersezioni di quei piani colla superficie, vale a dire *normale* alle due curve, o in altri termini, *perpendicolare alle tangenti condotte alle curve dalle estremità della linea di massima pendenza.*

Se s'immagina un altro piano tangente alla superficie nel punto B, si avrà un'altra linea di maggior pendenza e così di seguito. Queste linee successive si troverebbero sul prolungamento della prima AB, se la superficie fosse unita, p. e. un cono, un cilindro; ma la superficie de'pendii è irregolare; onde queste linee partendo dalla sommità e andando sino al basso, non sono piane, vale a dire ognuna di esse non è contenuta sullo stesso piano, e per l'ordinario è una linea a doppia curvatura. Le parti delle linee di maggior pendenza comprese fra i differenti punti di contatto costituiranno gli elementi della curva di maggior pendenza; e si considererà come retta una tal linea, alloraquando essa è compresa fra due piani non molto distanti l'uno dall'altro, come nel caso del piano tangente testè accennato. Il metodo adunque delle linee di massima pendenza consiste nel rappresentare le alture, col disegno della proiezione di queste linee.

Se dopo penoso lavoro ci riescisse a segnare varie linee di maggior pendenza, determinando esattamente le altezze ad ogni cambiamento di pendenza, come è espresso nella figura 16, chiaro apparisce che se si volesse avere la quota d'un punto intermedio a queste linee, non vi si giungerebbe con questo metodo; ciò che non succede coll'impiego delle curve orizzontali. Inoltre il metodo isolato di rappresentare il terreno colle linee di massima pendenza non appaga per certo l'occhio, il quale non può, che a stento, discernere le varie ondulazioni e l'aspetto complessivo del terreno, mentre le curve orizzontali ne danno subito l'idea chiara e precisa. Perciò l'impiego delle sole linee di maggior pendenza non è vantaggioso pei piani topografici.

Fig. 16



§ 25. Concorso delle linee di maggior pendenza colle curve orizzontali per la rappresentazione del terreno — TRACCIAMENTO DELLE NORMALI.

Adottato il sistema preferibile delle curve orizzontali, siccome il più naturale e più perfezionato per la rappresentazione del terreno, si pensò di farvi talvolta concorrere, per la maggior espressione del disegno, le linee di massima pendenza, avvicinandosi per quanto è possibile al mezzo geometrico, vale a dire che quando l'equidistanza non è grande, la linea di maggior pendenza ossia la normale può considerarsi come una retta. Quella

che segue inferiormente però non dovrà fermarsi sul prolungamento della prima, perchè, siccome venne dianzi accennato, la linea di massima pendenza esaminata in tutta la sua lunghezza dalla cima al basso, è una linea a doppia curvatura, ed è retta in tutta la sua lunghezza nel caso rarissimo che corra per una superficie generata da una retta, come, ad esempio, un cono; ed in questo ultimo caso la linea di massima pendenza sarebbe la generatrice del cono stesso.

Potrebbe per altro accadere che la distanza orizzontale fra due curve consecutive riescisse troppo grande o che non si potessero considerare siccome concentriche le curve stesse; cioè che quasi concentriche per un tratto esse si allargassero o si restringessero considerevolmente per un altro tratto, col variare della pendenza del terreno; in allora la superficie del pendio al punto di cambiamento di pendenza non potrebbe venir considerata quale porzione piana confondentesi col piano tangente dianzi discorso. In tal caso si suddivide la distanza fra le curve, con curve intermedie sensibilmente concentriche colle due prime, e si conducono le normali fra quelle suddivisioni. L'unione delle singole normali darà la normale intera, la quale risulterà una linea curva.

La normale, non è altro che il tracciamento geometrico della linea di massima pendenza: essa prende il nome di *tratteggio (hachure)* allorchè si ha riguardo alla forza dei tratti ed alla loro distanza nel disegno. Si vede dapprima che in generale, quando le curve sono vicine, cioè che il pendio è ripido, si hanno tratti brevi, e quando all'incontro le curve sono lontane, cioè che il pendio è dolce, si hanno tratteggi lunghi. Il tracciamento delle normali o tratteggi dipende adunque sul disegno da quello delle curve orizzontali che vi sono segnate.

ARTICOLO TERZO.

Del Disegno Topografico.

—

Proprietà della luce. — Fenomeni di chiaro-scuro. Del lumeggiamento. Parallelo fra il sistema della luce a 45° e quello della luce zenitale. — Del disegno a tratteggi. — Rappresentazione de'singoli oggetti. Segni convenzionali.— Del disegno a penna ed a matita. Del disegno all'acquarello. — Delle scritture. — Del quadro del piano. — Materiali del disegno e corredo del disegnatore. — Modo di rapportare un angolo.

—

Nell'articolo precedente si è discorso intorno alla parte, per così dire, geometrica della rappresentazione del terreno; in questo si tratterà della parte grafica od artistica, che è ciò che costituisce il *disegno topografico;* disegno d' imitazione o di convenzione che può considerarsi siccome il linguaggio della topografia.

§ 26. Proprietà della luce.

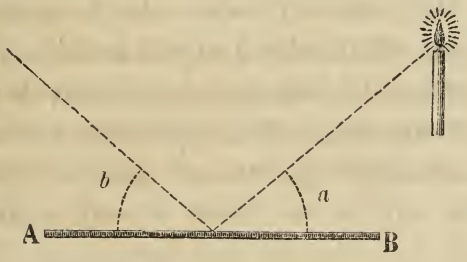
Onde procedere ad esporre i principii del disegno topografico, sarà utile premettere pochi cenni sui fenomeni della luce, la quale ha un'influenza notabile sull' effetto rappresentativo del terreno.

La luce irradia da certi corpi detti luminosi, in tutte le direzioni dello spazio. Essa si propaga in linea retta in un mezzo omogeneo, quale si è l'aria nelle circostanze ordinarie; e la sua intensità diminuisce rapidamente colla distanza. Allorchè un fascio luminoso viene a colpire una superficie, la quantità di luce ricevuta da questa dipende dalla sua inclinazione relativamente alla direzione dei raggi.

Se si presenta ad un fascio luminoso un corpo, come il legno, la pietra grezza ecc., la luce non traverserà la sua sostanza, ma sembrerà annientarsi al contatto della sua superficie, dalla quale non rifletterannosi che fili di luce quasi insensibili respinti in tutte le direzioni. Questi corpi si chiamano *corpi opachi*. La luce che rimandano porta il nome di *luce disseminata* o *dispersa*.

Se il fascio luminoso incontra un pezzo d'acciaio lucido, uno specchio AB ecc., (fig. 17), esso vien respinto senza alterazione sensibile e la luce è detta in tal caso *riflessa*. L'angolo *a* d'incidenza è uguale all'angolo *b* di riflessione.

Fig. 17.



Finalmente il raggio giungendo sulla superficie dell'acqua o del vetro, vi penetra rompendosi su di essa; la luce che attraversa così queste sostanze, deviando dalla linea retta, è detta *luce rifratta* e questi corpi si chiamano *trasparenti* o *diafani*.

Se si mette un corpo opaco in presenza di un punto luminoso, si distingueranno pel primo due parti distinte, una rischiarata, l'altra opposta priva di luce; ed inoltre si proietterà nello spazio una specie di cono d' ombra. *Le ombre portate* sono i contorni oscuri che si disegnano sui corpi rischiarati, allorchè essi sono in parte immersi in questi spazii privi di luce.

La luce ordinaria del sole, che rischiara la natura, può scom-

porsi col mezzo del prisma; vi si riconoscono allora raggi di diversi colori, detti *elementari*. Lo stesso fenomeno si riproduce nell'arco baleno. Il *bianco* risulta dalla sensazione prodotta sull'occhio dalla riunione di tutti i colori. Il *nero* è l'assenza totale d'ogni colore.

I colori suddetti, che entrano nello spettro solare, seguono un ordine di posizione costante, e sono *il rosso*, *l'arancio*, *il giallo*, *il verde*, *il turchino*, *l'indaco*, ed *il violetto*. L'ordine di rifrangibilità e di riflessione è il medesimo preso a ritroso, incominciando cioè dal violetto, che è il più rifrangibile ed il più riflessibile, e proseguendo in modo inverso sino al rosso che ne è il meno.

La diversità di coloramento dei corpi proviene dalla modificazione che subisce la luce alla loro superficie; essi assorbono certi raggi e riflettono quelli del colore apparente che li fa risaltare ai nostri occhi; un corpo colorato in rosso, per es., è quello che non riflette che il raggio di tal colore.

In uno spazio dato della natura, si trovano dunque corpi illuminati direttamente ed altri nell'ombra, e risulta da questa opposizione un giuoco di luce, al quale il nostro occhio si avvezza e che serve a dar rilievo ai corpi e risalto alle loro forme.

L'atmosfera, cui la luce attraversa in tutti i sensi, esercita un'influenza grandissima sui fenomeni di coloramento e di illuminazione degli oggetti. La sua proprietà di riflettere la luce in tutte le direzioni, la sua intensità più o meno grande, i vapori che essa contiene, il suo stato di secchezza o d'umidità, sono altrettante circostanze che cagionano, nell'aspetto delle cose, effetti varianti.

§ 27. Fenomeni di chiaro-scuro.

L'unione di queste diverse influenze produce nella natura i fenomeni detti della *prospettiva aerea* e del *chiaroscuro*. Il loro effetto si è quello di attenuare quanto le opposizioni vive d'ombra e di

luce avrebbero di troppo duro; e senza celare le forme naturali degli oggetti, di coprirle d'una mezza tinta armonica secondo la loro lontananza e la loro situazione relativamente alla luce diretta.

Il chiaro-scuro proviene adunque dalla degradazione progressiva della luce operata nell'atmosfera. Esso si può definire l'*effetto più o meno sensibile della luce e della sua riflessione sui corpi che in un dato spazio trovansi sotto la loro influenza o privazione.* La cognizione delle leggi che regolano il chiaro-scuro è necessaria al disegnatore per distribuire utilmente i chiari e le ombre nell' applicazione degli effetti di luce sui piani e sulle carte; ed è ciò che ne rende l' applicazione necessaria a tutte le arti, le quali, siccome la topografia, tendono all'imitazione della natura.

I fenomeni che s' incontrano più frequentemente nella natura e possono applicarsi nel disegno di un piano topografico, sono i seguenti:

1° Gli oggetti lontani dallo spettatore si colorano di tinte azzurrognole, tanto più forti, quanto più grande è la massa d'aria interposta fra il corpo e lo spettatore.

2° L'aria atmosferica, per la sua interposizione, ammorza i chiari ed indebolisce le ombre.

3° Le faccie dei corpi che non ricevono luce diretta dal sole, sono illuminate dalla luce disseminata, sparsa nell'atmosfera, nonchè dalle riflessioni luminose degli oggetti vicini ; così le ombre proprie e le ombre portate sono più o meno trasparenti, e lasciano distinguere gli oggetti che avvolgono.

4° Gli oggetti posti a molta distanza sembrano più vicini, allorchè sono più illuminati.

5° Le riflessioni provenienti dai corpi vicini operano anche esse sulle gradazioni di chiaro-scuro. Così fra due pareti opposte di montagne, delle quali una sia in luce e l'altra in ombra , le parti più profonde delle pendenze ombreggiate, verso il fondo della valle, si rischiareranno per l'effetto delle riflessioni luminose che ricevono dal versante opposto; e perciò saranno sol debolmente e indirettamente illuminate.

§ 28. Del lumeggiamento. — Parallelo fra il sistema della luce a 45° e quello della luce zenitale.

L'applicazione di questi principii alla topografia costituisce ciò che si chiama il *metodo di lumeggiamento d'un piano.* Questo ha per oggetto di produrre, imitando i fenomeni della natura, opposizioni di ombra e di luce che diano rilievo alle eminenze e profondità delle valli. Sarebbe impossibile senza il soccorso della luce, allorchè una carta topografica abbraccia una grande estensione, di dare alla configurazione del suolo un'espressione vivace, specialmente allorchè gli oggetti topografici sono numerosissimi e variatissimi alla superficie. Colla buona distribuzione della luce all'incontro, un disegno acquista tal grado di chiarezza e d'evidenza che lo rende intelligibile ad ognuno.

Per raggiungere questo scopo col mezzo d' un convenevole lumeggiamento, si è dunque condotti ad imitare quanto avviene nella natura nel momento in cui i corpi sono più appariscenti, vale a dire allorchè gli effetti d'ombra e di luce rendono le loro forme più decise. Ora, un osservatore situato sulla sommità di un'alta montagna distingue perfettamente i movimenti del terreno, allorchè il sole è tra l' orizzonte e lo zenit ; ma quando la sua luce cade verticalmente, qualsiasi pendio è rischiarato; le tinte, lungi dal servire a dar risalto agli oggetti , li schiacciano e li rendono confusi, le sommità si sprofondano; in una parola l'effetto generale sparisce.

Dalle considerazioni precedenti è derivata la regola di far cadere la luce sovra un piano d'alto in basso sotto l'angolo di 45° circa nella direzione della diagonale, che riunisce l' angolo sinistro superiore col destro inferiore del quadro del piano, cioè dal Nord-Ovest al Sud-Est, supponendo, come è convenzione generale pei piani e per le carte, di segnare il Nord verso l'alto del foglio. Si distinguono allora facilmente quali sieno le parti che debbansi ombreggiare e quali quelle che si lasceranno più o meno in luce. Le parti orizzontali sono le sole che

restino bianche; così gli altipiani e le pianure si trovano indicate in egual modo, ma si avranno, per distinguerle, i corsi d'acqua e le ombre dei pendii; d'altronde per evitare ogni confusione, si copre di una tinta uniforme e leggera il fondo della valle che, trovandosi più lontana dall'occhio dell'osservatore, deve, secondo i principii del chiaro-scuro, esser meno vivamente illuminata dell'altipiano che ne è più vicino. La medesima ragione fa sì che si rendano le opposizioni di luce e d'ombra più vive sulle sommità onde dar maggior risalto alle parti elevate.

Non si darà neppur troppa intensità alle tinte di ombra applicate sui fianchi delle montagne prive di sole, onde potervi esprimere le accidentalità del suolo.

Si escludono ordinariamente le ombre portate; tuttavia si possono presentare casi particolari, in cui un'ombra di tale specie produca ottimo effetto; così per es. allorchè si voglia distinguere una parete verticale di roccie, che senza di ciò non potrebbe rendersi apparente.

Generalmente per il raggio a 45° la lunghezza delle ombre portate è eguale all'altezza dell'oggetto, ciò che è di grande vantaggio pel mezzo semplice che ne risulta onde misurarla sul piano. Per meglio far risaltare le case, gli alberi, le rive dei ruscelli ecc., s'impiega l'effetto di luce, dandovi tocchi di forza.

Molti, quantunque riconoscano l'effetto del chiaro-scuro prodotto dalla luce di 45°, per caratterizzare le grandi masse sulle carte, bramerebbero per altro che s'illuminassero i piani supponendo la *luce zenitale* cioè, diretta perpendicolarmente al piano di proiezione. Secondo quest'ultimo sistema si comprende che le gradazioni delle tinte sono in rapporto colle pendenze del terreno; quanto più, cioè, il suolo sarà ripido, tanto meno sarà illuminato e perciò più nera risulterà la tinta; e quanto più il suolo si avvicinerà alla china dolce, tanto più esso sarà illuminato, e perciò la tinta andrà diminuendo d'intensità, sino a che giunto il suolo ad essere perfettamente orizzontale, non vi sarà più tinta, e la carta in quel tratto sarà bianca, cioè maggiormente illuminata che in ogni altra parte.

I propugnatori di questo sistema ne fanno risaltare il princi-

pale vantaggio in ciò, che le pendenze uguali sono tutte egualmente rappresentate dalla stessa tinta, e perciò l'utilità di apprezzare tosto le varie pendenze del suolo.

Pei piani a grande scala e con non forti pendenze, un tal sistema, ove sia ben impiegato nel disegno, offre realmente il mezzo di poter apprezzare con sufficiente approssimazione le locali inclinazioni del terreno; ma questo vantaggio, oltre ch'è di gran lunga inferiore a quello che offre il sistema delle curve orizzontali, il quale pei piani a grandi scale sarà sempre preferibile ad ogni lumeggiamento, va scemando poi a misura che la scala del piano diminuisce, e scompare affatto nei piani a scale piccole, massime nei terreni fortemente accidentati, la picciolezza della scala non consentendo più in tal caso la rigorosa appreziazione delle varie pendenze che potrebbero essere comprese in un breve tratto di terreno.

Oltre a ciò, dai piani a piccola scala non si esige di conoscere, per così dire, palmo a palmo le diverse pendenze del terreno, ma si richiede piuttosto di poter distinguere a primo sguardo la configurazione generale, cioè l'aspetto chiaro e reale del terreno, il quale non si può ottenere col sistema della luce zenitale.

Chi si addentri alquanto nel disegno delle carte, scorgerà come occorra per altra parte doversi infrangere la legge stabilita, di esprimere cioè colla stessa tinta tutte le pendenze uguali, allorquando la superficie del terreno è coperta di particolari in certi siti e nuda in certi altri, ed allorchè vuolsi far scernere le scritture, i segni convenzionali, le quote, e le altre particolarità importanti. Egli potrà inoltre giudicare se non è un inconveniente che un cono retto sia, nel sistema della luce zenitale, rappresentato da una tinta piatta, tanto più forte quanto più inclinata sarà la generatrice; che una montagna emisferica sia rappresentata assolutamente alla stessa guisa che una cavità della medesima forma.

Il rilievo delle montagne sopra una carta che sarebbe disegnata giusta il sistema zenitale, o d'una luce diffusa, sarebbe adunque senza effetto come succede appunto nella natura, allorchè il

sole brilla allo zenit; a meno che per distinguere le pendenze e colpir l'occhio, non si impiegasse, come in Germania, il nero-scuro per le pendenze di 45°, ed il bianco della carta per le parti orizzontali: ma succede in allora che le curve di livello, o le linee di maggior pendenza debbano necessariamente scomparire nelle parti sopraccariche di nero: che nelle carte manoscritte le tinte convenzionali, che servono a disegnare la specie delle diverse colture, verrebbero tostamente assorbite dalle tinte del fondo all'inchiostro della china, impiegato per esprimere le pendenze ripide; e viceversa le tinte deboli destinate a caratterizzare le pendenze dolci, scomparirebbero sotto quelle che debbono esprimere i boschi, le vigne, i prati ecc. Sarebbe adunque irregolare voler caratterizzare in siffatta guisa un terreno fortemente accidentato, quand'anche si adottasse di ampliare la scala delle tinte da 0° a 90° vale a dire di riservare il bianco per le parti orizzontali, ed il nero puro per i pendii a picco.

Infine il disegno senza ombre o, per meglio dire, senza l'effetto del chiaro-scuro, non presenta all'occhio che una convenzione difficile a discernersi nel caso di un terreno montuoso, ed esige inoltre un lavoro della mente per esser trasformato nel quadro, solo capace di dare la vera idea del terreno che si è voluto rappresentare. Le ombre invece, le quali in natura sono necessarie quanto la luce per far distinguere le varie forme de' corpi, danno ai disegni topografici un tal grado di verità che l'occhio, pur meno esperto, vi discerne immediatamente la configurazione generale del terreno rappresentato, essendo un tal disegno la vera imitazione della natura.

§ 29. Del disegno a tratteggi.

Venendo ora più specialmente a parlare del metodo dei tratteggi, egli è chiaro che l'intensità di una tinta risultando dalla distanza dei tratteggi combinata colla loro grossezza, e questi due elementi essendo a disposizione del disegnatore, sta alla

sua abilità a soddisfare alle esigenze variabili delle inclinazioni de'pendii e della loro diversità di esposizione relativamente alla luce. Così due pendii diversi potranno essere ugualmente tinteggiati, ma non si potrebbe cadere in errore sulla loro inclinazione relativa, perchè si confronterà sempre ciascuno di essi con quelli che gli sono vicini e la lunghezza dei tratteggi rimanendo quale lo esige la distanza orizzontale fra le curve, basterebbe da se sola ad indicare la pendenza assoluta; d'altronde quest'inconveniente è largamente compensato se si pon mente allo scopo di ottenere la fisionomia generale che dà quell'espressione caratteristica, cotanto importante nel disegno delle carte.

Generalmente si osserverà che le variazioni di tinta, secondo la ripidezza dei pendii, si otterranno per i versanti esposti alla luce con tratteggi leggeri più o meno lunghi; che dovranno all'incontro essere ingrossati onde ottenere tinte più intense nelle parti in ombra.

Se la forma del terreno da designarsi a tratteggi fosse indicata da curve interrotte, come quelle che si tracciano in fretta nelle levate speditive, si avrà soltanto cura di moltiplicarle nei siti in cui esse hanno ad un tempo maggior distanza e maggior curvatura (fig. 18); senza questa precauzione i tratteggi avrebbero troppa divergenza, ed il disegno offenderebbe l'occhio, e non rappresenterebbe più naturalmente le vere forme.

Bisogna aver cura che i tratteggi di una zona orizzontale racchiusa tra due curve non si prolunghino fra quelli della zona susseguente, nè lascino uno spazio frammezzo alle due zone, e nemmeno dovranno essere prolungamenti di quelli immediatamente superiori.

Finalmente si raddolciscono gli ultimi tratteggi, terminandoli con tratti ben leggeri, che sfumino il pendìo nelle pianure, e tolgano un passaggio troppo duro, che assai di rado s'incontra in natura. La stessa avvertenza vale per la sommità d'un'eminenza. Si osserverà che nelle parti, in cui la superficie del terreno ha poca curvatura, i tratteggi sono quasi paralleli; d'onde

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Fig.ª 18.ª

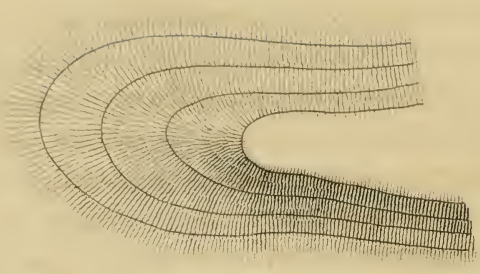


Fig.ª 19.ª

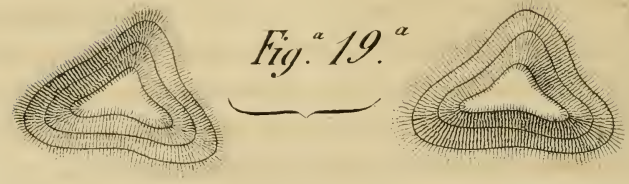


Fig.ª 20.ª

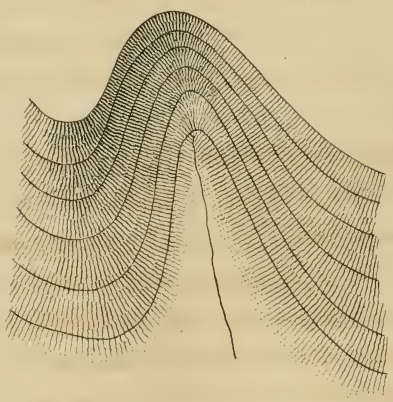


Fig.ª 21.ª

si vede che se si dovesse rappresentare una porzione di piano inclinato, i tratteggi sarebbero tutti rigorosamente paralleli fra loro; ma tal caso è rarissimo. Le pendenze più uniformi in apparenza presentano tuttavia ineguaglianze e leggere ondulazioni, che tolgono la fredda simmetria delle linee parallele e permettono, anzi richieggono qualche movimento nei tratteggi.

Senza il soccorso della luce obliqua non si avrebbe mezzo, come venne precedentemente avvertito, di rappresentare una cavità ed una eminenza in modo da poterle ben distinguere l'una dall'altra (fig. 19). È bensì vero che quasi sempre gli orli d'una concavità sono fessi o più scoscesi del fondo e che i tratteggi, invece di essere raddolciti verso la parte superiore, vi cominciano bruscamente; ma ciò non basterebbe a renderla distinta dall'eminenza. Il chiaro-scuro invece, il quale, giusta la luce obliqua, sarà per l'eminenza in senso opposto a quello della concavità, non lascerà più alcun dubbio sulla natura di queste due forme.

Allorchè due giogaie si dipartono da uno stesso punto, lasciano fra loro una gola o pendio in forma di tegola, che è indicata dalla forma rientrante delle curve orizzontali. Egli è necessario moltiplicare in questi siti le porzioni di curve orizzontali, ed acciò non vengano di troppo ad approssimarsi, si deve aver cura di farle brevissime. Inoltre queste parti, in cui si raccolgono le acque piovane, sono quasi sempre più o meno sfranate e s'indicano con qualche tocco, che imiti le corrosioni togliendo così quell'uniformità nel tratteggio che indica un pendio liscio e regolare (fig. 20).

Il punto d'unione fra due vette offre pure qualche difficoltà. In questo caso le curve orizzontali sono dapprima separate per segnare le alture; esse si riuniscono quindi, come lo dimostra la figura 21. Dopo di aver fatto i tratteggi intorno alle due sommità, si riempie la prima lista, che avvolge il tutto, e si continua fino al basso come negli esempii precedenti: resta allora fra le due sommità ed i tratteggi inferiori uno spazio bianco, che si riempie come lo indica la figura, procurando di raddolcire i tratteggi

verso l'insellamento che forma l'unione delle due alture. È necessario ben indicare questi varchi o colli.

Nei terreni fortemente accidentati si vede spesso succedere ad un pendio generale più o meno dolce, un pendio ripido, che nulla ha di comune col primo. V'ha allora uno spigolo, che separa i due pendii, e le curve dell'uno non sono la continuazione di quelle dell'altro. Ne risulta dunque un cambiamento repentino nella direzione e nella lunghezza dei tratteggi, ed è a questo cambiamento che si riconosce la speciale configurazione (fig. 22). Si aggiunge qualche tocco ai tratteggi per indicare le fessure, che han sempre luogo in simile circostanza.

Siffatti ciglioni trovansi pure sulle rive dei ruscelli e dei fiumi, ed è perciò che si dirigono ordinariamente i tratteggi perpendicolarmente ai corsi d'acqua. Se le corrosioni non esistessero, bisognerebbe necessariamente che i tratteggi vicini alla riva si volgessero insensibilmente nel senso della corrente, per accordarsi coll'impluvio che è la linea di massima pendenza, alla quale tutte le altre fanno capo. Ma se è necessario di attenersi strettamente a questa condizione, allorchè si rappresenta un rientramento in forma di tegola, si risparmia questa fatica allorchè si tratta d'una valle solcata da un corso d'acqua, perchè se essa ha un pendio ripido, le rive sono squarciate in ragione della violenza della corrente; se essa ha un pendio dolce, i tratteggi vengono a smarrirsi nella pianura, nella quale serpeggia. La fig. 22 presenta questi esempi.

§ 30. Rappresentazione dei singoli oggetti. — SEGNI CONVENZIONALI.

Corsi d'acqua. Se si ha da segnare un fiume o altro corso d'acqua, il cui piano sia quello della fig. 23, è facile scorgere come una delle scarpe delle due rive sia in luce: questa si manterrà chiara nella sua proiezione, l'altra in ombra avrà all'incontro una tinta più oscura. Se il corso d'acqua ha inflessioni, presenterà, lungo la medesima riva, parti alternativamente in

Fig.ª 22.ª

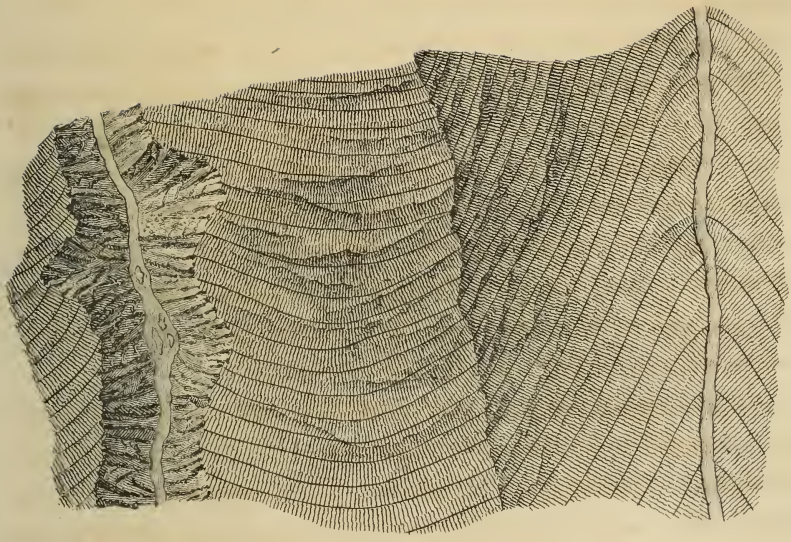
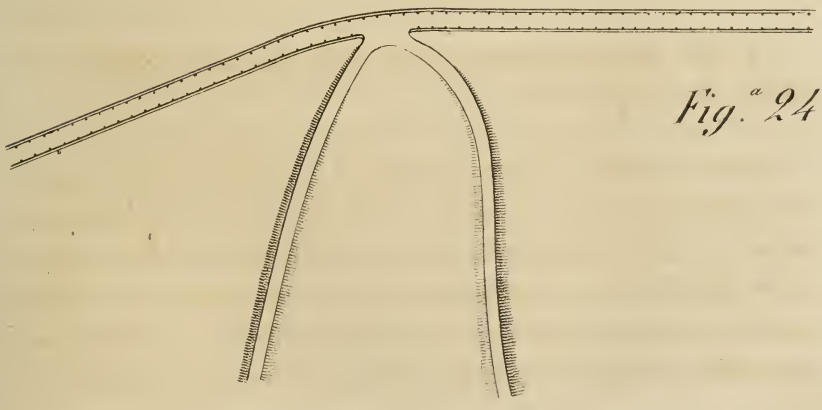


Fig.ª 23.ª

Fig.ª 24.ª

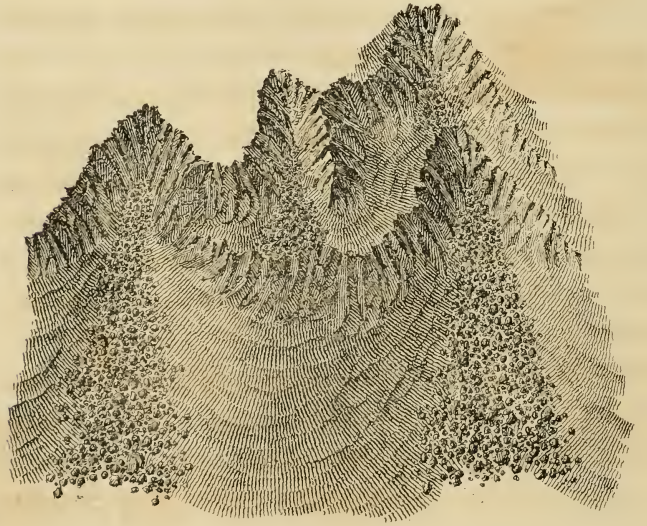


THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Fig.ª 25.ª

Fig.ª 26.ª



luce ed in ombra: le due rive che lo incassano offriranno adunque le medesime variazioni, passando da una tinta all'altra con una graduazione conforme agli effetti del chiaro-scuro.

Comunicazioni-strade. Il tracciamento d'una strada senza fossi si comporrà di due tratti paralleli, l'uno sottile, l'altro forte (fig. 24); se vi sono fossi, si faranno due altri tratti vicinissimi alternativamente chiari e scuri, come nella figura stessa. Se la strada è in parte rialzata, ed in parte incassata, nel primo caso il piano di scarpa il più prossimo al raggio luminoso è chiaro, nel secondo oscuro. Queste due circostanze si scorgono nella figura.

Le comunicazioni diverse si classificano secondo i segni convenzionali della tavola N° 1 dei modelli annessi al presente corso.

Talune volte nei disegni militari si distinguono con un tracciamento a penna, ma di diverso colore, le strade praticabili o no dall'artiglieria, le strade accessibili alla cavalleria, o soltanto ad uomini isolati.

Roccie. La rappresentazione delle roccie e delle accidentalità del terreno è senza dubbio una delle difficoltà del disegno topografico; essa si avvicina molto al disegno d'imitazione, e per questa ragione l'abitudine del paesaggio sarà in tal circostanza un grande soccorso, come anche qualche nozione di geologia che permetta di caratterizzare la natura delle roccie dalla direzione e dalla struttura degli strati.

È difficile il dare su questo regole precise a cagione delle diversità di aspetto che offrono le roccie. Ora sono formate di strati disposti a filari regolari; ora spezzati e spesso interrotti. Ora offrono masse a spigoli salienti; altrove ammassi di rovine e di rottami; talvolta le roccie sono interrotte da pascoli a ripido pendìo; si caratterizzano (fig. 25) con disegno facile che produca l'effetto con pochi tocchi.

Ogniqualvolta le masse di roccie presentano una fessura od uno scoscendimento, si forma al disotto un gran cono di rottami chiamato *frana*. Al piede dei grandi dirupi, che s'incontrano nelle Alpi, veggonsi simili frane, che, per una scarpa generale

ugualmente ondulata, si sfumano nell'impluvio delle valli, e vengono rappresentate come nella fig. 26.

Case. Le case si rappresentano tracciando i loro contorni geometricamente quando il piano è a grande scala, segnandone esattamente il loro numero e la loro rispettiva posizione. Quando invece il piano è a piccola scala, specialmente se esso comprende una estensione di paese considerevole, si indicano soltanto le masse o riunioni di varie abitazioni, la forma generale del villaggio, la sua chiesa, il castello, se ve ne ha, le fortificazioni, le mura di cinta ecc. Gli spazii racchiusi dai differenti perimetri, che risultano nelle parti abitate, si riempiono con fini tratti molto ravvicinati tra loro. Si dà perciò ad esempio la fig. 27. Essa presenta un villaggio, le cui abitazioni sono sparse, circondate da un ruscello e dominato da un vecchio castello che corona un'altura. Due strade maestre vi s'incrociano; un sentiero conduce sulla collina del castello. La chiesa è controsegnata da una croce.

Boschi. I boschi, a seconda de' segni convenzionali della figura 28, devono tracciarsi leggermente e disegnarsi in modo che non riescano pesanti. Per esprimere i boschi sulle montagne, basta disegnare prima del tratteggio il contorno della selva, mediante una specie di *fogliatura* e tracciare qualche macchia d'alberi nell'interno; quindi si eseguisce il tratteggio negli intervalli. I boschi resinosi hanno un segno convenzionale particolare in forma di piccole stelle, che permette di distinguerli dagli altri. Si stende qualche volta sui boschi una tinta leggera, composta nel modo indicato dalla tavola N° 4 dei modelli.

Colture diverse. Le terre arabili si lasciano spesso in bianco sul piano oppure si traccia solo qualche linea punteggiata indicante le divisioni di coltura.

I prati sono asciutti od umidi (fig. 29); per distinguerli dai semplici pascoli si frammischia nella rappresentazione di questi ultimi qualche piccola parte di sabbia o di ghiaia.

Le vigne sono rappresentate in iscala grande da tratti verticali, sui quali serpeggiano i tralci.

Fig.ª 27.ª

Fig.ª 28.ª

Fig.ª 29.ª

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Finalmente nelle levate originali de' piani topografici i segni convenzionali delle colture vengono per l'ordinario surrogati da semplici contorni, con una linea punteggiata, racchiudenti le iniziali che servono a distinguerle. Tali iniziali si trovano indicate nello specchio dei caratteri posto in fine del presente articolo.

Oggetti militari. Le linee di truppa sono rappresentate sui piani militari, in iscala grande, da parallelogrammi di diverse forme indicate dalla tavola N° 2. Sulle carte in iscala piccola basta un grosso tratto. Sui piani la fanteria si distingue per battaglioni; la cavalleria per isquadroni; l'artiglieria per singoli pezzi; sulle carte a piccola scala queste indicazioni sono surrogate da quelle delle unità reggimentali e delle batterie.

Le truppe si possono rappresentare sopra una carta secondo le varie formazioni tattiche; cioè: in *battaglia*, in *colonna*, in *posizione*, al *bivacco*, in *accantonamento*. Quando nelle relazioni di battaglia o di manovre si devono ripetere più volte gli stessi segni per indicare le truppe in posizioni diverse, si coloriranno le diverse posizioni secondo le norme indicate dalla tavola N° 2 dei modelli.

§ 31. Del disegno a penna ed a matita.

Il disegno a penna è di uso frequente in topografia: esso ha sulla matita il vantaggio di esser meno soggetto ad alterazioni e sull'acquarello di non esigere un complicato corredo. Con qualche esercizio, unito a discreta abilità, si riesce a dare al medesimo il suo carattere distintivo che è l'arditezza e la precisione. Per maggior chiarezza se ne completa l'effetto gettando un po' di *carmino* sulle case e di *azzurro* sulle acque.

In questo caso le operazioni si eseguiranno le une dopo le altre, come segue:

Dopo l'abbozzo fatto a matita con finezza e precisione, il disegno si passerà al tratto a penna:

1° I contorni delle case, ponti in pietra e muratura, i muri di cinta e tutte le altre costruzioni di simile natura in carmino;

2° I fiumi, i ruscelli, i torrenti, i canali, le sorgenti, i laghi, gli stagni, in indigo;

3° Le strade, i fossi, i ponti in legno, le divisioni di coltura, in inchiostro della china;

4° I segni convenzionali e la rappresentazione del terreno, a norma dei modelli e dei precetti precedentemente avvertiti.

Non si farà uso della riga o del tiralinee, che per le rette di mediocre lunghezza: le altre si traccieranno a mano libera. Si avrà riguardo alla regola stabilita pel lumeggiamento de' piani nel tracciare le strade e le sinuosità dei corsi d'acqua. Le case riceveranno un tratto più forte a levante ed a mezzodì.

Circa al disegno del rilievo del terreno, vuolsi osservare che, se il piano, da copiarsi, è disegnato a curve orizzontali, queste si riprodurranno esattamente, avendo cura d'interromperle all'incontro delle città, comunicazioni e corsi d'acqua. Se è disegnato a tratteggi, potrà accadere che le curve direttrici, che hanno servito a tracciarli, siano appariscenti o non lo siano; nel primo caso si traccieranno fedelmente per servirsene come guida, nel secondo s'indicherà la struttura delle montagne, che si vogliono riprodurre, con masse e curve orizzontali continue od interrotte, che ne fissino i pendii e le principali accidentalità. In ogni caso si deve evitare di disegnare tratteggi colla matita, prima di riprodurli a penna, ciò che darebbe luogo a lungo ed inutile lavoro. E per ultimo i tratteggi andranno pure interrotti nel perimetro delle città, alle comunicazioni ed ai corsi d'acqua.

§ 32. Del disegno all'acquarello.

L'acquarello non è guari usato nel disegno topografico che come ausiliario per dare al piano maggior chiarezza e completarne l'effetto.

Qualche volta anche la sostituzione delle tinte convenzionali ai segni rappresentativi, per ciò che concerne le colture nei piani d'una certa grandezza, è vantaggiosa sotto il rapporto della prontezza d'esecuzione. Quando le montagne sono state disegnate a penna o colla matita, si può dar loro il rilievo col mezzo d'una

tinta leggerissima sulle parti basse e non illuminate, conservando opposizioni vive di luce e d'ombra verso le loro sommità.

Si sostituisce parimente con successo qualche tocco di pennello al disegno a penna per le roccie, i dirupi, i burroni, le sponde, ma l'uso ne sia moderato; s'adoperino tinte contrastanti con gusto e non si moltiplichino troppo i particolari con ritocchi.

I colori proprii per acquarellare i piani e le carte sono in generale tutti quelli, che si chiamano *trasparenti*, siccome i soli capaci di lasciar travedere sotto di essi la traccia delle linee, che spesso trovansi in una medesima massa di tinta. Si debbono perciò abbandonare quelli risultanti da calcinazioni o da ossidi metallici chiamati *colori a corpo*. I colori impiegati per l'ordinario nel disegno topografico sono, oltre all'inchiostro della china, il *carmino*, l'*indigo* e la *gomma gutta*. A questi si potrebbe ancora aggiungere il color di *seppia* per la facilità di avere il colore d'ombra senza alcuna altra mistura; ma non è indispensabile, potendosi ottenere questo colore, mischiando un poco di gomma gutta con carmino ed alcune goccie d'inchiostro della china. I colori suddetti possono combinarsi fra loro e coll'inchiostro della china, per somministrare le variazioni che caratterizzano l'imitazione. Convien però che siano della più perfetta qualità, acciò il miscuglio riesca più perfetto che possibile.

La composizione delle tinte convenzionali si farà secondo le prescrizioni della tavola N° 4 dei modelli, e quanto alle precauzioni da prendersi sulla loro applicazione, si seguiranno i seguenti consigli pratici.

Dovendo un piano ricevere l'acquarello, si netta la carta e si attacca sopra una tavola o sur un cartone; si versa sopra la medesima dell'acqua da un alto getto per fissare il tratto e far sparire le parti d'inchiostro della china e di carmino che senza di ciò si dilaterebbero sotto il pennello. Dopo di che si lascia seccare il foglio tenendolo inclinato. Il colore essendo disciolto ad un grado conveniente, vi si immerge il pennello, e si rimesta a più riprese per mescolarlo ed impedire che depositi. Se si prendesse troppo colore nel pennello, o se il colore fosse troppo

debole, la tinta applicata non sarebbe abbastanza uguale, la carta si bagnerebbe troppo e si formerebbero fossette che, assorbendo maggior quantità di colore delle altre parti, resterebbero, seccando, più scure.

Nello stendere una tinta, si deve evitare di ripassare col pennello sulle parti che l'hanno già ricevuta; se si deve aumentare la forza del tocco, vi si ritorna una seconda volta, lasciando asciugare intanto la prima tinta.

Le tinte sono di tre sorta: *tinte piatte*, *screziate* e *sfumate*.

Le *tinte piatte* si posano di piatto largamente con un pennello piuttosto grosso e saturo di colore: si eviterà sopratutto di ritornare sulle parti già asciutte, perchè il tocco raddoppiandosi, si avrebbe un contorno duro e frastagliato.

Le *tinte screziate*, cioè a diversi colori, in numero di tre o quattro, sono preparate separatamente entro più alberelli; vi si richiedono tanti pennelli quanti sono i colori diversi. Si depongono a piccole parti di superficie e di forme ineguali, procurando che le tinte si fondano bene insieme senza confondersi nè mischiarsi.

Per una *tinta sfumata* richiedonsi due pennelli accoppiati per mezzo di un'asticciuola: si depone il colore con uno di essi e si ripassa leggermente coll'altro, che contiene acqua pura. Allorchè una tinta si deve sfumare sulla carta, come il contorno del mare, si bagna questo a 4 millimetri dal contorno delle terre. Applicando la tinta sulle due parti nello stesso tempo, essa resta con tutta la sua forza sull'asciutto, e si stende sulla parte bagnata graduandosi naturalmente, fino a confondersi col bianco della carta.

Dopo l'applicazione delle tinte si termina il piano aggiungendo i tratti di forza e gli alberi isolati.

§ 33. Delle scritture.

Le scritture sono il compimento del disegno topografico: se sono conformi alle regole adottate e disposte con gusto, danno pregio al piano; se all'incontro sono scorrette ed irregolari ne diminuiscono di molto il merito.

Le scritture da adoperarsi nei piani e nelle carte topografiche sono cinque, cioè: *Capitale dritta*, *Capitale inclinata*, *Romana dritta*, *Romana inclinata* ed *Italica*, sì e come vengono espresse dalla tavola N° 5 dei modelli.

Nell'indicare il carattere da adoperarsi per ciascun nome ed oggetto, sonosi adottate, nello specchio posto in fine del presente articolo, le abbreviature qui sotto indicate:

CD-Capitale dritta

Ci-Capitale inclinata

rd-Romana dritta

ri-Romana inclinata

ital.-Italica.

A riguardo dei piani che avranno scale diverse da quelle indicate nello specchio ora detto, si adopreranno, nelle scritture, i caratteri e le altezze stabilite per le scale, che più si avvicineranno a quelle dei piani suddetti; nondimeno per evitare ogni dubbio, viene stabilito che i caratteri per la scala di $\frac{1}{10000}$ serviranno eziandio per tutti i piani indistintamente, la cui scala di proporzione sarà maggiore di questa.

La *rotonda* e l'*inglese* sono pure in uso come più facili, ma soltanto ne'piani speciali che vengono eseguiti speditamente: in ogni caso queste scritture devono essere nerissime onde distinguerle facilmente.

Non si stabilisce l'altezza della scrittura per la formazione del titolo di una carta, dipendendo questa dallo spazio che il medesimo dovrà occupare sul piano; si avverte solamente che nella formazione del medesimo si deve esclusivamente far uso delle sole qualità di caratteri designati nella tavola N° 5.

I nomi dei corsi d'acqua si scrivono, per quanto si può, nel senso della corrente; quelli delle strade, delle valli, delle catene di montagne sono parimente disposti parallelamente alla loro direzione; ma i nomi delle città, dei villaggi, ecc. si scrivono pa-

rallelamente ai lati orizzontali del quadro. I nomi delle montagne, dei fiumi, dei torrenti, dei villaggi si scriveranno nel dialetto originale, ogniqualvolta la versione italiana ne alterasse di troppo la desinenza.

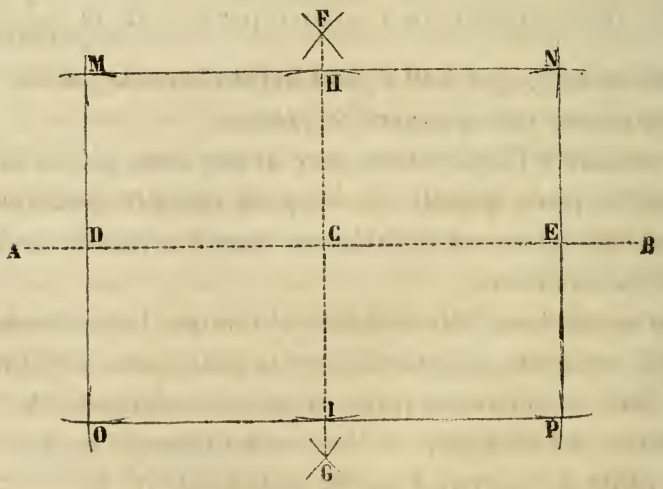
L'indicazione della scala deve sempre accompagnare il disegno; si scrive in romana dritta di 0^m 002 di altezza nel modo seguente: Scala di $\frac{1}{n}$; al dissotto si costruisce la scala grafica.

Si nota infine in un angolo del quadro l'equidistanza adottata pel tracciamento delle curve orizzontali.

§ 34. Del quadro del piano.

Il quadro d'un piano si compone di due tratti vicinissimi paralleli, l'interno fino, l'altro nero e rinforzato. Quest'ultimo dovrà essere proporzionato alla grandezza del disegno; troppo pesante nuoce all'effetto generale; troppo sottile è senza grazia.

Fig. 30.



Il mezzo più semplice per costruire il quadro d'un piano egli è quello di segnare anzitutto una linea retta AB (fig. 30) nel mezzo del foglio: quindi dal punto C, preso sul mezzo circa di AB, si porterà a destra ed a sinistra, ai punti D ed E, la metà

della larghezza, che deve avere il quadro. Dai punti D ed E, come centri e con apertura di compasso maggiore di DC, si descriveranno archi di circolo che si taglieranno ai punti F e G, i quali si uniranno con una retta FG. Dal punto C si porterà superiormente ed inferiormente, verso i due anzidetti punti, una lunghezza CH e CI, uguale alla metà dell'altezza, che deve avere il quadro: poscia dai punti H ed I, si descriveranno a destra ed a sinistra archi di circolo con raggio eguale a CD; lo stesso si farà dai punti D ed E, con raggio però uguale a CH. Quest'ultima operazione eseguita, si avranno i punti M, N, O, P, che uniti due a due determineranno il quadro MNPO. Il quadro tracciato alla matita verrà segnato in nero, avvertendo di cancellare le altre linee, che hanno servito alla costruzione del medesimo, e di verificarne l'esattezza per mezzo delle diagonali MP e NO, le quali debbono risultare eguali.

§ 35. Materiali del disegno e corredo del disegnatore.

Dopo di aver parlato in generale della rappresentazione degli oggetti del terreno, e di tutto quanto costituisce il disegno topografico, rimane a dire qualche parola intorno ai materiali del disegno, e al relativo corredo, di cui deve andar munito il disegnatore.

Carta. La carta per esser buona dovrà essere di grana fina ed uguale: la carta velina benchè di bell'aspetto, a meno che sia di prima scelta, è raramente di buona qualità, essa ha spesso parti male incollate e vene che alterano la purezza del tratto.

Matita. La matita non debb'essere nè troppo tenera, nè troppo dura; nel primo caso non darebbe tratti fini e delicati, nè aderirebbe alla carta, ma si sfumerebbe e imbratterebbe il disegno; nel secondo caso taglierebbe la carta e non potrebbe cancellarsi.

Gomma elastica. Si sceglierà a preferenza quella, che si vende in commercio sotto forma di pezzi di bottiglia, perchè essa non subì preparazione di sorta.

Penne. Le più usate sono quelle di corvo; tuttavia bisogna abituarsi a disegnare colle penne ordinarie dette *punta d'ala.* Si usano anche con successo penne metalliche.

Inchiostro della China. L'inchiostro della China si scioglie poco per volta in un alberello, se si vuol evitare che si decomponga in particelle non disciolte. Per assicurarsi della qualità si lascia seccare il bastone e l'inchiostro; se la superficie resta chiara, liscia e lucida sarà buono; se invece rimane appannata e scabra sarà cattivo. Sovente il buon inchiostro offre un riflesso bronzato. Si riconosce altresì la medesima condizione nel seguente modo: si traccia un tratto ben nero; allorchè è secco vi si stende sopra col pennello uno strato d'acqua pura; il tratto deve rimanere intatto. Si deve evitare di servirsi d'inchiostro che non sia di recente preparazione.

Pennelli. È inutile averne gran quantità; un paio bastano se sono buoni; dovranno essere abbastanza grossi per stendere la tinta uguale e far punta per segnare i tratti leggieri. Si riconosce un buon pennello, allorchè, essendo ripieno d'acqua, è elastico; se all'incontro rimane incurvato o si bipartisce, va respinto.

Colori. I colori impiegati nel disegno topografico, sono, come si è già detto, oltre all'inchiostro della china, il carmino, l'indigo e la gomma gutta.

Gli oggetti principali che formano il corredo del disegnatore topografico sono i seguenti:

1° Un astuccio di matematica, contenente varii compassi e tiralinee, un doppio decimetro, un metro pieghevole, due squadrette, un piccolo regolo ed un quadrante o rapportatore.

2° Una piccola scatola di colori contenente i quattro colori principali, due pennelli e tre alberelli.

3° Matite, penne di corvo, colla a bocca, gomma elastica.

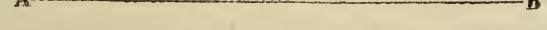
4° Un temperino a due lame con rastiatoio.

5° Carta da disegno, e carta protocollo per annotazioni.

Intorno all'astuccio matematico vuolsi avvertire che il compasso, il quale serve a prendere intervalli ed a descrivere archi o circoli interi, deve avere le due punte perfettamente eguali, sottili ed aguzze.

Il regolo può essere in legno forte, in ferro od in ottone o talvolta anche di vetro. Per verificarne l' esattezza si tira una retta lungo il lato del regolo, quindi lo si capovolge in modo che il punto B vada in A (fig. 31) e viceversa A in B.

Fig. 31.



Se la linea che si è tracciata si confonde perfettamente col medesimo lato già tirato, sarà prova dell'esattezza del regolo, altrimenti dovrà essere rettificato.

Le squadrette servono per innalzare perpendicolari e tirare parallele sulla carta. Per verificare l'esattezza d'una squadretta, s'innalza, coi mezzi geometrici, una perpendicolare, e si applica la squadretta contro l' angolo retto descritto; se combacia coi due lati dell'angolo retto, essa sarà esatta. In altro modo: s'innalza colla squadretta una perpendicolare sopra una retta qualsiasi; si capovolge quindi, e se ne tira un' altra dallo stesso punto; se questa si confonde colla prima, la squadretta sarà esatta.

Per tirare parallele colle squadrette, si fa scorrere un cateto dell'una lungo una retta, fissata dall'altra squadretta, e coll'altro cateto s'innalzano perpendicolari ai punti segnati lungo la retta stabilita; queste risulteranno parallele. In altro modo, si fanno combaciare le due ipotenuse delle squadrette, in modo da formare un rettangolo, e si fa scorrere l'una, mentre l' altra vien tenuta fissa; le parallele si tracciano lungo il cateto della squadretta che si fa scorrere ai punti indicati. Se si hanno però due regoli paralleli accoppiati si otterranno più speditamente rette parallele, ma però con minore esattezza.

La miglior forma di tiralinee è quella a cerniera, perchè si possono pulire le punte con tutta facilità; ordinariamente il tiralinee porta alla sua estremità un punteruolo (*calcoir*) che serve a decalcare i piani. L' esattezza e la bontà del tiralinee consiste nell'aver le due punte uguali, sottili ed acute, che però non taglino la carta.

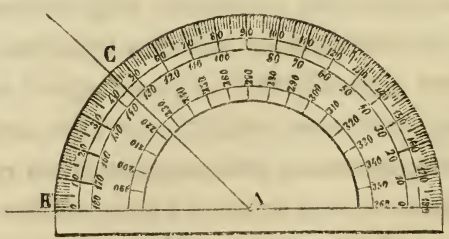
Il quadrante o semicircolo, altrimenti detto *rapportatore*, serve a descrivere sulla carta un angolo la cui misura sia data in gradi, come anche per misurare angoli sulle carte o piani. Questo semicircolo d'ordinario è di ottone o di corno e diviso in gradi, e qualche volta in mezzi gradi, quando il suo diametro lo consente.

La divisione progredisce tanto in un senso quanto nel senso opposto; ed ordinariamente su di una circonferenza concentrica si segnano gli archi da 180° a 360°, affine di poter stimare gli angoli che sono maggiori di due retti. I rapportatori a nonio sono i migliori, perchè offrono maggior precisione nella valutazione degli angoli.

§ 36. Modo di rapportare un angolo.

Se si tratta di rapportare sulla carta, per es. al punto A, un angolo dato CAB in gradi (fig. 32), si pone il centro del rapportatore sul punto A, ed il suo diametro lungo la retta AB,

Fig. 32.



e si cerca il numero di gradi indicato dall' angolo dato; segnando quindi tale divisione C sulla carta, ed unendo questo col punto A, si avrà l'angolo CAB descritto.

Quando si hanno per altro a rapportare linee lunghe ed angoli misurati con molta precisione, il rapportatore è in allora insufficiente, non potendo somministrare che un' esattezza approssimativa. Per segnare un angolo colla massima cura e determinare l'apertura il più lunge che sarà possibile dal vertice, si farà uso in allora della tavola delle corde, calcolata da *Francoeur* per un raggio eguale a 10000. La sola ispezione di questa tavola è sufficiente per conoscere il modo di servirsene, trovandosi i gradi in testa delle colonne, ed i minuti indicati nella prima ed ultima colonna d'ogni pagina.

Così per costrurre un angolo C (fig. 33), prendasi sopra una scala un'apertura di compasso eguale a 10000 parti; con questo raggio, che si rappesenta per CD, si tracci un arco di circolo indefinito DB, quindi prendasi giusta la medesima scala un'apertura eguale a tante parti, quante corrispondono alla corda dell'angolo cercato sulla tavola, e portisi quest'apertura sull'arco tracciato BD, facendo centro all'estremità D. Le rette CD e CB condotte dal centro C ai due punti D e B così determinati, formeranno fra loro l'angolo C domandato.

Fig. 33.

Non è per altro necessario che il raggio abbia precisamente 10000 parti della scala, ma puossi bensì prendere un raggio qualunque, salvo a stabilire la proporzione fra il raggio della tavola ed il nuovo, poichè si sa che *le corde di archi della stessa misura stanno fra loro come i raggi rispettivi*; così quando il raggio d'un circolo è dato, per ottenere la corda, che

rimpiazzando quella data dalla tavola, sottende un arco di un numero designato di gradi, basterà istituire una semplice proporzione. Così se 8677 è la corda data dalla tavola per l'arco di 51°, 25', 43' nel raggio 10000, e se il raggio nuovo è uguale a 500 parti, si avrà:

$$10000:8677::500:x, \text{ ossia } 1:0{,}8677::500:x$$

quindi

$$x=0{,}8677\times500=86{,}77\times5=433{,}85,$$

numero corrispondente alla corda 51°. 25'. 43", nel raggio eguale a 500.

Qualora non si avesse la tavola delle corde, si può far uso di quella de'seni, osservando che il seno d'un arco è la metà della corda che sottende l'arco doppio; od in altri termini, che la corda di un arco qualsiasi è il doppio del seno dell' arco metà. Non si ha d'altronde bisogno delle corde che da 0° fino a 90° inclusivamente, imperocchè dovendosi rapportare un angolo ottuso si costruisce l'angolo metà, e poscia si ripete quest'ultimo allo stesso modo.

SPECCHIO

DEI

CARATTERI E DELLE ALTEZZE DELLE SCRITTURE

PER LE SCALE

DI UNO PER 10, 20, 50, 100, 200, E 500 MILA

NOMI ED OGGETTI A SCRIVERE	QUALITÀ DEI CARATTERI ED ALTEZZE IN DECIMILLIMETRI, corrispondenti alle scale di uno per											
	10000		20000		50000		100000		200000		500000	
	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze
A												
Abbadia o Abbazia	r d	15	r d	12	*r i*	10						
Abbattuta (*abatis*)	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8						
Accampamento	*r i*	30	*r i*	20	*r i*	15						
Acque minerali	*ital*	15	*ital*	10	*ital*	8						
Acquedotto	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8						
Albergo (osteria isolata) Ospizio	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8						
Alpe (*Grangia*, Ovile) *châlet*	*ital*	8	*ital*	8								
Altura (Eminenza, Monticello)	r d	25	r d	20	*r i*	15	*r i*	10	*ital*	8		
Alluvione	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8						
Antro (*vedi* Caverna).												
Arcipelago	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	*C I*	25
Argine — grande (*Quai*, *Levée*)	r d	15	r d	10	*r i*	10						
Argine — piccolo (Riparo, Diga)	*r i*	10	*r i*	8	*ital*	6						
Arsenale	r d	15	r d	10	*r i*	10						

NOMI ED OGGETTI A SCRIVERE	QUALITÀ DEI CARATTERI ED ALTEZZE IN DECIMILLIMETRI, corrispondenti alle scale di uno per											
	10000		20000		50000		100000		200000		500000	
	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze
B												
Bacino (Serbatoio d'acqua)	*r i*	8	*r i*	8								
Bagni (Terme)	*r i*	15	*r i*	10	*r i*	8						
Baia (*vedi* Seno).												
Balma (*vedi* Caverna).												
Banco d'arena (*Dune*)	*r i*	15	*r i*	10	*ital*	8						
Baracca di legno	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	6						
Barriera (*vedi* Pedaggio *o* Porta di città)	*ital*	8	*ital*	8	*ital*	6						
Base	*r i*	10	*r i*	10	*r i*	8						
Bastione	*r i*	15	*r i*	15	*r i*	10						
Batteria	*r i*	15	*r i*	15	*r i*	10	*r i*	8				
Belvedere	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8						
Borgata (Casale, ecc.)	*r i*	25	*r i*	20	*r i*	15	*r i*	8	*r i*	8		
Borgo (Città piccola)	*C I*	40	*C I*	35	r d	25	r d	20	r d	18	r d	10
Bosco (Selva, Foresta) grande	*C I*	35	*C I*	20	*r i*	20						
Bosco (Selva, Foresta) piccolo	r d	15										
Burrone (*Ravin*)	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	6						
C												
Cala	*r i*	15	*r i*	15	*r i*	10						
Campanile (Torre isolata)	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8						
Campo d'esercizio (Piazza d'arme)	*r i*	30	*r i*	20	*r i*	15						
Campo (*vedi* Accampamento).												
Canale grande (Naviglio)	r d	15	r d	15	*r i*	10	*ital*	8	*ital*	8	*ital*	6
Canale piccolo, irrigatorio, ecc.	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8						

NOMI ED OGGETTI A SCRIVERE	QUALITÀ DEI CARATTERI ED ALTEZZE IN DECIMILLIMETRI, corrispondenti alle scale di uno per											
	10000		20000		50000		100000		200000		500000	
	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze
Cantiere	*r i*	15	*r i*	10	*r i*	8						
Capanna (*Grange, châlet, vedi* Alpe)	*ital*	8	*ital*	8	*ital*	6						
Cappella isolata (Pilone)	*r i*	12	*r i*	10	*r i*	8						
Capo-luogo di Mandamento	*C I*	40	r d	35	r d	25	r d	20	r d	18	r d	10
Capo o Promontorio	r d	30	r d	30	r d	20	r d	20	r d	10	r d	6
Cartiera	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8						
Casa della Dogana (Uffizio isolato)	*ital*	10	*ital*	8	*ital*	6	*ital*	6				
Casa-matta	*r i*	15	*r i*	15	*r i*	10						
Cascata d'acqua	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	6						
Cascina (Casa isolata, ecc.)	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8						
Caserma	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8						
Castello — Forte, Rocca, ecc.	r d	20	r d	18	r d	10	*ital*	8	*ital*	6		
Castello — di delizia	r d	15	*r i*	15	*r i*	10						
Catene di Montagne — principali	C D	65	C D	50	*C I*	36	*C I*	30	*C I*	20	*C I*	10
Catene di Montagne — secondarie	*C I*	45	*C I*	40	*r i*	25	*r i*	15	*r i*	10	*r i*	8
Cava	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8						
Cavaliere (termine di fortificazione)	*r i*	15	*r i*	15	*r i*	10						
Cavalli di frisia	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8						
Caverna, Antro, Balma, Grotta, ecc.	r d	10	r d	8	r d	8						
Chiesa isolata	*r i*	12	*r i*	10	*r i*	8						
Cifre (*vedi* Numeri).												
Cima (*vedi* Monticello od Altura).												
Cimitero	*r i*	10	*r i*	10	*r i*	8						
Circonvallazione (Linea di)	*r i*	15	*r i*	15	*r i*	10						

NOMI ED OGGETTI A SCRIVERE	QUALITÀ DEI CARATTERI ED ALTEZZE IN DECIMILLIMETRI, corrispondenti alle scale di uno per											
	10000		20000		50000		100000		200000		500000	
	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze
Circondario (*vedi* Limite).												
Cisterna, Pozzo	*ital*	8	*ital*	8	*ital*	6						
Circoscrizione amministrativa (*vedi* Limite).												
Città — Capo-luogo di Stato.	C D	75	C D	65	C D	55	C D	45	C D	35	C D	24
Città — Capo-luogo di Divisione	C D	60	C D	50	C D	45	C D	40	C D	30	C D	20
Città — Capo-luogo di Provincia	C D	45	C D	40	*C I*	40	*C I*	30	*C I*	24	*C I*	18
Città — piccola.	*C I*	40	*C I*	35	r d	25	r d	20	r d	18	r d	10
Cittadella, Fortezza	C D	30	C D	30	C D	20	r d	20	r d	15	*r i*	8
Cloaca	*ital*	8										
Colle o passo che traversa la catena principale — praticabile — con carri	r d	25	r d	25	r d	20	r d	15	r d	12	r d	10
Colle o passo che traversa la catena principale — praticabile — a cavallo	*r i*	20	*r i*	20	*r i*	15	*r i*	15	*r i*	12	*r i*	10
Colle o passo che traversa la catena principale — praticabile — dai pedoni	*ital*	15	*ital*	15	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8	*ital*	8
Colle o passo che traversa la catena secondaria — praticabile — con carri	r d	20	r d	20	r d	15	r d	12	*r i*	12	*r i*	10
Colle o passo che traversa la catena secondaria — praticabile — a cavallo	*r i*	15	*r i*	15	*r i*	12	*r i*	12	*ital*	10	*ital*	10
Colle o passo che traversa la catena secondaria — praticabile — dai pedoni	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8	*ital*	8	*ital*	6	*ital*	6
Comune	*r i*	35	*r i*	35	*r i*	20	*r i*	20	*r i*	12	*ital*	7
Confine (*vedi* Limite).												
Contrada di una Città (Strada, Via) . . .	*r i*	8										
Convento isolato (Certosa, Eremo) . . .	*r i*	15	*r i*	10	*r i*	10						
Corpo di guardia (isolato)	*r i*	8	*r i*	8	*ital*	6	*ital*	6				
Costa di monte, Poggio, Collina, ecc. . .	*r i*	20	*r i*	20	*r i*	12						
Costa di mare, Spiaggia, Lido (*vedi* Riviera).												
Cratere di un vulcano	r d	20	r d	20	r d	15	r d	15	r d	10	r d	10
Croci isolate	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8						

NOMI ED OGGETTI A SCRIVERE	QUALITÀ DEI CARATTERI ED ALTEZZE IN DECIMILLIMETRI, corrispondenti alle scale di uno per											
	10000		20000		50000		100000		200000		500000	
	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze
D												
Darsena	rd	20	r d	20	*r i*	10						
Diga (*vedi* Argine).												
Dirupamento (*vedi* Frana).												
Distretto, Circondario (*vedi* Limite).												
Dogana (*vedi* Casa della Dogana).												
Duna (Monticello di arena)	*r i*	15	*r i*	15	*ital*	8						
E												
Eminenza, Monticello, Rialto, ecc.	r d	20	r d	20	*r i*	15	*r i*	10	*ital*	8		
Ermitaggio (*vedi* Convento).												
F												
Fabbrica (Manifattura isolata, Usina, Officina)	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8						
Fanale (*vedi* Lanterna, Faro).												
Filatoio e Filatura	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8						
Fiume di 1° ordine	C D	60	C D	50	C D	35	C D	30	C D	25	C D	15
Fiume di 2° ordine	*C I*	55	*C I*	45	*C I*	30	*C I*	25	*C I*	20	*C I*	12
Fiume di 3° ordine	*C I*	45	*C I*	35	*C I*	25	*C I*	20	*C I*	16	*C I*	10
Foce (*vedi* Imboccatura).												
Fonderia	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8						
Fontana in città	*r i*	8										
Fontana in campagna, Sorgente	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8						
Fornace di mattoni, di calcina ecc.	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8						
Forte (*vedi* Castello ecc.).												
Fortezza (*vedi* Cittadella).												

NOMI ED OGGETTI A SCRIVERE	QUALITÀ DEI CARATTERI ED ALTEZZE IN DECIMILLIMETRI, corrispondenti alle scale di uno per											
	10000		20000		50000		100000		200000		500000	
	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze
Fortino (*vedi* Ridotto).												
Fosso (*vedi* Ruscello ecc.).												
Fosso di un'opera fortificata	*r i*	12	*r i*	10	*r i*	8						
Frana, Luogo scosceso, Precipizio, ecc. .	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8						
Fucina	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8						
G												
Galleria (Strada coperta)	*r i*	10	*r i*	10	*r i*	8						
Ghiacciaia (Deposito di ghiaccio)	*ital*	8	*ital*	8	*ital*	6						
Ghiacciaia (Monte coperto di ghiaccio) . .	r d	25	r d	20	r d	18	r d	15	*r i*	15	*r i*	10
Ghiacciaia (Valloni e rispianati di ghiaccio).	*r i*	15	*r i*	15	*r i*	14	*r i*	10	*r i*	8		
Giardino { di delizia	*r i*	12	*r i*	12	*r i*	10						
Giardino { Orto, Verziere, Vivaio . . .	*ital*	8										
Golfo { grande	*C I*	55	*C I*	45	*C I*	25	*C I*	20	*C I*	15	*C I*	12
Golfo { medio	*C I*	30	*C I*	30	*C I*	20	*C I*	15	*r i*	12	*r i*	8
Golfo { piccolo	r d	20	r d	20	*ital*	12	*ital*	10	*ital*	8	*ital*	6
Gola (nelle montagne)	r d	10	r d	10	*r i*	8						
Grotta (*vedi* Caverna)												
Guado	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8						
Guglia (*vedi* Roccie).												
I												
Imboccatura di fiume di { 1.° ordine . .	C D	45	C D	40	C D	30	C D	20	C D	15	C D	10
Imboccatura di fiume di { 2.° ordine . .	*C I*	35	*C I*	30	*C I*	20	*C I*	15	*C I*	10	*C I*	10
Imboccatura di fiume di { 3.° ordine . .	*C I*	25	*C I*	25	*C I*	15						

NOMI ED OGGETTI A SCRIVERE	QUALITÀ DEI CARATTERI ED ALTEZZE IN DECIMILLIMETRI, corrispondenti alle scale di uno per											
	10000		20000		50000		100000		200000		500000	
	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze
Isola grande	C I	80	C I	70	C I	45	C I	40	C I	30	C I	20
Isola piccola	r i	25	r i	25	r i	15	r i	15	r i	10	ital	6
Isola piccolissima o Scoglio in mare	ital	10	ital	10	ital	8	ital	6	ital	6	ital	6
Isole nei laghi	r i	20	r i	20	r i	12	r i	12	r i	8	ital	6
Isole nei fiumi	r i	15	r i	15	ital	10						
Istmo	C I	25	C I	20	r i	15	r i	15	ital	10	ital	6
L												
Lago grande	C D	45	C D	40	C D	35	C D	35	C D	30	C I	20
Lago medio	C I	30	C I	25	C I	25	C I	20	C I	16	r i	10
Lago piccolo	r d	15	r d	15	r i	15	r i	10	ital	10	ital	6
Laghi piccoli in montagna	r i	10	r i	8	r i	8						
Laguna	r i	20	r i	20	r i	10	r i	10	ital	8	ital	6
Landa (Pianura incolta, Gerbido, ecc.)	r i	20	r i	20	r i	10						
Lanterna (Fanale, Faro)	r d	20	r d	15	r d	10	r i	8	ital	6		
Lazzaretto	r d	15	r d	12	r i	8						
Lettere iniziali (*vedi in fine*).												
Letto antico di un Fiume	r i	30	r i	20	r i	15						
Letto antico di un Torrente	r i	15	r i	15	ital	10						
Lido (*vedi* Riviera ecc.).												
Limite di Stato	C D	200	C D	175	C D	100	C D	90	C D	80	C D	45
Limite di Divisione Militare	C D	150	C D	125	C D	60	C D	55	C D	50	C D	30
Limite di Diocesi	C D	100	C D	75	C D	45	C D	40	C D	35	C I	25
Limite di Provincia	C D	100	C D	75	C D	45	C D	40	C D	35	C I	25

NOMI ED OGGETTI A SCRIVERE	QUALITÀ DEI CARATTERI ED ALTEZZE IN DECIMILLIMETRI, corrispondenti alle scale di uno per											
	10000		20000		50000		100000		200000		500000	
	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze
Limite di Mandamento o Giudicatura	*C I*	50	*C I*	40	*C I*	30	*C I*	30				
Limite di Comune o Parrocchia	r d	45	r d	35	r d	20	r d	20				
M												
Mare	*C I*	150	*C I*	150	*C I*	100	*C I*	100	*C I*	75	*C I*	60
Margheria (*vedi* Alpe ecc.).												
Magazzino di artiglieria	*r i*	10	*r i*	10	*r i*	8	*r i*	6				
Magazzino di polvere (*vedi* Polveriera).												
Magazzino di viveri	*r i*	10	*r i*	10	*r i*	8	*r i*	6				
Meridiano (Linea del)	r d	15	r d	15	r d	10	r d	10	r d	8	r d	8
Miniera	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8	*ital*	6				
Molino a farina, a olio ecc.	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8						
Molo	*r i*	10	*r i*	10	*r i*	8	*r i*	8				
Monti o Sommità dominanti sulle Catene principali	C D	45	C D	40	C D	30	C D	30	C D	25	C D	18
Monti o Sommità dominanti sulle Catene secondarie	*C I*	35	*C I*	30	*C I*	20	*C I*	20	*C I*	20	*C I*	12
Monti poco elevati sulle Catene principali	r d	30	r d	30	r d	20	r d	20	r d	15	r d	10
Monti poco elevati sulle Catene secondarie	r d	25	r d	25	r d	16	r d	15				
Monticello od Altura	r d	25	r d	20	*r i*	15	*r i*	10	*ital*	8		
Monumento isolato	r d	10	r d	10	*r i*	8						
N												
Naviglio (*vedi* Canale grande).												
Note, Osservazioni, ecc.	*ital*	8	*ital*	8	*ital*	8	*ital*	8	*ital*	6	*ital*	

NOMI ED OGGETTI A SCRIVERE	QUALITÀ DEI CARATTERI ED ALTEZZE IN DECIMILLIMETRI, corrispondenti alle scale di uno per											
	10000		20000		50000		100000		200000		500000	
	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze
Numeri indicanti: la distanza alle coordinate ecc. . . .	*r i*	8	*r i*	8	*r i*	8	*r i*	6	*r i*	6	*r i*	6
Numeri indicanti: le Altitudini o Quote di elevazione sul Mare	r d	10	r d	10	r d	8	r d	6	r d	6	r d	6
Numeri indicanti: le Altitudini o Quote di elevazione sul Foglio o relative (*a*).	*ital*	8	*ital*	8	*ital*	6	*ital*	6				
Numeri indicanti: i Gradi	C D	95	C D	80	C D	60	C D	50	C D	40	C D	20
Numeri indicanti: i Minuti	*C I*	30	*C I*	30	*C I*	25	*C I*	25	*C I*	20	*C I*	15
Numeri indicanti: i Secondi	*r i*	10	*r i*	10	*r i*	8	*r i*	6				
Numeri indicanti: gli Scandagli (*Sondes*)	*r i*	10	*r i*	10	*r i*	8	*r i*	6	*r i*	6	*r i*	6
Numeri indicanti: la Posizione relativa dei Fogli . . .	r d	45	r d	40	r d	35	r d	20	r d	15	r d	15
Numeri indicanti: la Serie dei Fogli in un quadro d'unione	r d	45	r d	40	r d	35	r d	20	r d	15	r d	15
Numeri indicanti: la Serie dei Fogli in un Atlante . . .	*r i*	30	*r i*	30	r d	70	r d	60	r d	50	r d	40
Numeri per le scale	*r i*	10	*r i*	10	*r i*	8	*r i*	8	*r i*	6	*r i*	6
O												
Officina (*vedi* Fabbrica).												
Orto (*vedi* Giardino)												
Osservatorio (Specola)	*r i*	10	*r i*	10	*r i*	8						
Ospedali isolati militari	*r i*	10	*r i*	10	*r i*	8						
Ospedali isolati civili	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8						
Ospizio (*vedi* Albergo).												
Osteria isolata (Trattoria, Cantina, Bettola ec.)	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8	*ital*	6				
Ovile (*vedi* Margheria).												
P												
Paese estero o limitrofo (*vedi* Limite).												
Palizzata.	*r i*	10	*r i*	10	*r i*	8						

a) Le quote relative devono scriversi con inchiostro rosso.

NOMI ED OGGETTI A SCRIVERE	QUALITÀ DEI CARATTERI ED ALTEZZE IN DECIMILLIMETRI, corrispondenti alle scale di uno per											
	10000		20000		50000		100000		200000		500000	
	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze
Palude, Stagno, Padule, Pozza ecc.	*r i*	20	*r i*	15	*r i*	8						
Parco d'Artiglieria, del Genio ecc.	r d	10	r d	10	*r i*	10						
Parco (Sito cinto di mura, Giardino di delizia)	*r i*	12	*r i*	12	*r i*	10						
Parco (Ovile)	*ital*	8										
Parrocchia (Chiesa parrocchiale isolata)	r d	15	r d	12	r d	8						
Pascoli pubblici, Aje, Piazze o siti destinati per mercati ecc.	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8						
Pecorile (*vedi* Capanna, Margheria).												
Pedaggio (Casa del)	*ital*	8	*ital*	8	*ital*	6						
Perpendicolare (alla linea del Meridiano)	r d	15	r d	15	r d	10	r d	10	r d	8	r d	8
Peschiera, Bacino ecc.	*r i*	8	*r i*	8								
Pietra miliare (*vedi* Termine)	*r i*	10	*r i*	10	*r i*	8						
Piazza di una Città	*ital*	8										
Piazza d'arme (*vedi* Campo d'esercizio).												
Piazza (*vedi* Pascoli ecc.).												
Poggio, Collina, Clivo, Dosso ecc.	r d	15	r d	15	r d	8						
Polveriera	*r i*	10	*r i*	10	*r i*	8	*r i*	6				
Ponte di barche	r d	10	r d	10	*r i*	8						
Ponte di legno grande	r d	10	r d	10	*r i*	8						
Ponte di legno piccolo	*ital*	8	*ital*	8	*ital*	8						
Ponte Levatoio	r d	10	r d	10								
Ponte in pietra grande	r d	10	r d	10	*r i*	8	*ital*	8				
Ponte in pietra piccolo	*ital*	8	*ital*	8	*ital*	8	*ital*	8				
Ponte in ferro o sospeso	r d	10	r d	10	*r i*	8						

NOMI ED OGGETTI A SCRIVERE	QUALITÀ DEI CARATTERI ED ALTEZZE IN DECIMILLIMETRI, corrispondenti alle scale di uno per											
	10000		20000		50000		100000		200000		500000	
	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze
Porta di città, Pusterla (*vedi* Barriera) . .	*ital*	8	*ital*	8	*ital*	6						
Porto { con barche, ossia Ponte volante .	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8	*ital*	8				
Porto { Chiatta	*ital*	8	*ital*	8	*ital*	6						
Porto di mare	r d	20	r d	15	r d	10	*ital*	8	*ital*	6	*ital*	6
Posta dei cavalli (isolata).	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8						
Pozzo isolato	*ital*	8										
Punta, Capo, Promontorio	r d	30	r d	25	*r i*	15	*r i*	10	*ital*	8		
Punti trigonometrici { *si devono scrivere coi caratteri stabiliti per gli oggetti su cui si trovano.*												
Q												
Quartiere (*vedi* Caserma).												
R												
Regione (Porzione di luogo o territorio). .	*r i*	20	*r i*	20	*r i*	12						
Rialto (*vedi* Eminenza).												
Ridotto (*Redoute*)	r d	20	r d	20	r d	12	r d	8				
Rio, Ruscello, Fosso, Canale piccolo, Cavo ecc.	*ital*	8	*ital*	8	*ital*	6						
Riparo (*vedi* Argine).												
Rispianato (*Plateau*)	*r i*	15	*r i*	15	*r i*	10						
Riviera (Costa del mare, Lido, Spiaggia) .	*r i*	15	*r i*	15	*r i*	10						
Roccie { in mare	*r i*	20	*r i*	15	*r i*	10						
Roccie { isolate nelle montagne (Guglia, Picco)	r d	10	r d	10	r d	8						

NOMI ED OGGETTI A SCRIVERE	QUALITÀ DEI CARATTERI ED ALTEZZE IN DECIMILLIMETRI, corrispondenti alle scale di uno per											
	10000		20000		50000		100000		200000		500000	
	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze
Roccie e Terre a picco lungo il mare . . .	*r i*	20	*r i*	15	*r i*	10						
Ruine d'un edifizio ecc.	*ital*	10	*ital*	10	*ital*	8						
S												
Saline.	*ital*	8	*ital*	8	*ital*	6						
Santuario, Convento isolato ecc.	*r i*	15	*r i*	10	*r i*	10						
Scala metrica ecc.	r d	20	r d	15	r d	10	r d	10	r d	8	r d	8
Scoglio sott'acqua (*Récif*)	*ital*	8	*ital*	8	*ital*	6						
Sémaphore (*vedi* Telegrafo).												
Seno di mare (*Baie, Anse*)	*r i*	25	*r i*	20	*r i*	12						
Sega (*vedi* Molino).												
Segnale trigonometrico	r d	15	r d	10	r d	8	r d	8	r d	8	r d	8
Sentiero (Via praticabile da soli pedoni) .	*ital*	8	*ital*	8	*ital*	6						
Serbatoio d'acqua, o Peschiera, Bacino . .	*r i*	8	*r i*	8								
Sobborgo	*r i*	20	*r i*	20	*r i*	15	*r i*	8				
Sonde, Scandagli (*vedi* Numeri).												
Sorgente (*vedi* Fontana).												
Sorgente di Fiume { di 1.° ordine . . .	*r i*	20	*r i*	15	*r i*	12						
Sorgente di Fiume { di 2.° ordine . . .	*r i*	15	*r i*	10	*r i*	8						
Sorgente di Fiume { di 3.° ordine . . .	*r i*	10	*r i*	8	*r i*	6						
Spalto	*r i*	15	*r i*	15	*r i*	10						
Spiaggia, Lido o riviera	*r i*	15	*r i*	15	*r i*	10						
Stagno (*vedi* Palude).												
Stazione de' Carabinieri Reali (*vedi* Corpo di guardia).												

NOMI ED OGGETTI A SCRIVERE	QUALITÀ DEI CARATTERI ED ALTEZZE IN DECIMILLIMETRI, corrispondenti alle scale di uno per											
	10000		20000		50000		100000		200000		500000	
	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze
Strada — Reale	r d	20	r d	15	r d	10	r d	8				
Strada — Provinciale	r i	15	r i	12	r i	8	r i	6				
Strada — Ferrata	r i	15	r i	12	r i	8	r i	6				
Strada — Comunale o carreggiabile piccola	ital	10	ital	10	ital	6						
Strada — *Mulattiera* (praticabile dai muli carichi)	ital	8	ital	8								
Strada — per pedoni (*vedi* Sentiero)												
Strada coperta (Galleria)	r i	10	r i	10	r i	8						
Strada (Itinerario di un vascello)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	ital	6
Stretto (Gola, Passo)	r d	10	r d	10	r i	8						
T												
Telegrafo	r i	10	r i	10	r i	8	r i	6				
Tenimento, Podere ecc.	r i	10	r i	10								
Terrapieno	ital	8										
Terrazzo	ital	8										
Termine (*Borne*) Pietra miliare	r i	10	r i	10	r i	8						
Tonnare	r i	10										
Torrente di — 1.° ordine	r i	35	r i	30	r i	25	r i	20	r i	15	r i	10
Torrente di — 2.° ordine	r i	25	r i	20	r i	15	r i	15	r i	10		
Torrente di — 3.° ordine	r i	15	r i	12	r i	10	r i	10	r i	8		
Torri isolate	r i	10	r i	8								
Trinceramento, Trincea, Riparo ecc.	r i	10	r i	10	r i	8						
Tura (*Bâtardeau*)	ital	8	ital	8								

NOMI ED OGGETTI A SCRIVERE	QUALITÀ DEI CARATTERI ED ALTEZZE IN DECIMILLIMETRI, corrispondenti alle scale di uno per											
	10000		20000		50000		100000		200000		500000	
	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze
U												
Usina (*vedi* Fabbrica).												
V												
Valle di 1° ordine	C D	65	C D	55	C D	35	C D	30	C D	25	C D	20
Valle di 2° ordine	C I	40	C I	35	C I	30	C I	20	C I	20		
Valle di 3° ordine	C I	30	C I	30	C I	20	C I	15	C I	15		
Vallone grande	r d	30	r d	25	r d	20	r i	20	r i	18	r i	15
Vallone piccolo	r i	20	r i	15	r i	10						
Verziére, Vivaio (*vedi* Orto).												
Villa (Casa di Campagna)	r i	10	r i	10								
Villaggio (*vedi* Comune).												
Vulcano	C I	35	C I	35	C I	25	C I	25	C I	20	C I	12
Lettere iniziali per indicare la natura di coltura e quella del terreno: B Boschi di castagni, quercie ecc.												
B P Boschi di pini, larici ecc.												
B C Bosco ceduo	C D	15	C D	15	C I	10						
C B Campi boschiti												
C Campi												
C i Cespugli												
C V Campo e Vigna												

NOMI ED OGGETTI A SCRIVERE		QUALITÀ DEI CARATTERI ED ALTEZZE IN DECIMILLIMETRI, corrispondenti alle scale di uno per											
		10000		20000		50000		100000		200000		500000	
		Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze	Caratteri	Altezze
Lettere iniziali per indicare la natura di coltura e quella del terreno.	G Giardino. . . .	C D	15	C D	15	C I	10						
	Go Gerbido, Terreno incolto												
	O Olivi												
	Or Orti, Vivai, ecc. .												
	Pi Pascoli												
	P Prati.												
	R Risaie												
	V O Vigne ed Olivi .												
	V Vigne, Alteni . .												

ARTICOLO QUARTO

Della Copia e della Riduzione delle Carte e dei Piani.

Della copia delle carte e dei piani — Compasso a verga o fedele. — Della riduzione delle carte e dei piani. Riduzione lineare. Riduzione superficiale. — Di alcuni strumenti per la riduzione de' piani. Compasso di riduzione. Pantografo. — Problemi varii relativi alla riduzione de' piani.

---

§ 37. Della copia delle carte e dei piani.

Dicesi *copia* d'un piano la riproduzione identica al modello. La prima operazione per copiare un piano consiste nel segnare sopra il foglio di carta destinato a ricevere la copia, con un tratto leggero alla matita, le linee principali del modello, come strade, corsi d'acqua, cinte della città, divisioni delle colture, ecc. Gli oggetti che hanno forme determinate si riproducono esattamente; per tutti quelli abbracciati dalla stessa tinta o da uno stesso segno convenzionale, si traccia soltanto il loro contorno; riprodotto così l'andamento generale delle linee del modello, si procede al disegno dei particolari.

Questa prima operazione chiamasi il *delineamento*. Onde averlo esatto possono usarsi i seguenti metodi:

1° *Copiare sul vetro.* Si mette l'originale sopra un vetro opposto alla luce, e vi si soprappone il foglio che deve ricevere la copia, avendo l'avvertenza di radunare il più possibile di luce onde ottenere una maggior trasparenza. Si tracciano allora esatta-

mente gli andamenti ed i contorni del modello. Questo metodo è spedito; ma rare volte si può adoperare per i piani a piccola scala a cagione della debole trasparenza cagionata dalla grossezza della carta.

2° *Copiare col punteggiamento.* Si sovrappone l' originale alla copia, indi con un ago se ne traforano i punti principali e poscia si conducono le linee che uniscono questi punti. Questo metodo si adopera principalmente per i piani del catastro e di fortificazione, dove si hanno figure geometriche formate soltanto da linee rette, di cui basta determinare le estremità. Esso non è praticabile in topografia, perchè i contorni che si debbono riprodurre presentano molte varietà.

3° *Copiare con carta trasparente* (carta vegetale). Si fissa un foglio di carta trasparente sopra il piano, e si riproduce esattamente su quello la traccia dei contorni sottostanti. Si porta quindi questo calco sopra la carta della copia, ponendo frammezzo un foglio finissimo spalmato in nero e volto in modo da poter lasciar traccia del disegno sotto la pressione del punteruolo. Quest'operazione chiamasi *decalcare.* Essa è preferibile alle altre precedenti per l' esattezza e perchè conserva intatto l'originale.

Prima però di fare la copia, si rapporteranno sul foglio di carta che deve riceverla, i punti principali del piano.

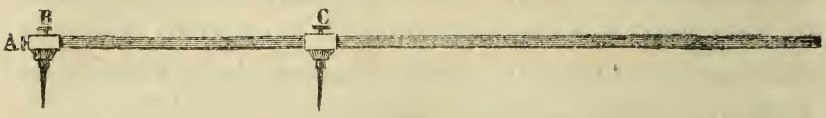
L'operazione di rapportare un punto del piano sopra la copia può farsi comodamente, se si ha un compasso a tre punte , facendo del punto incognito il vertice di un triangolo appoggiato ad una base già conosciuta per le sue estremità: in mancanza di questo si potrà far uso di intersezioni; quindi si adatta a questi punti rapportati la carta trasparente, sulla quale venne copiato il piano, e si dà principio all'operazione di decalcare.

§ 38. Del compasso a verga o fedele.

Quando debbasi rapportare uno o più punti essenziali del piano sulla carta con molta esattezza, si fa uso in allora di un compasso chiamato *a verga* o *fedele.* Questo è formato di un re-

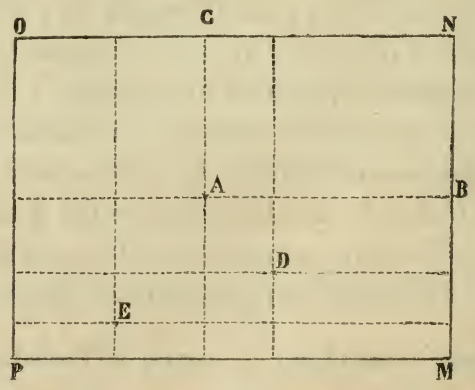
golo in legno forte od in acciaio, al quale sono adattate due punte acute pure in acciaio, sopportate da due cerniere B e C (fig. 34), la prima delle quali porta all'estremità una vite A di richiamo che serve ad allontanare od avvicinare la cerniera B da quella C, mercè piccoli movimenti; e ciò onde poter precisare meglio le lunghezze ed i punti su cui viene applicato il compasso; la seconda scorre liberamente lungo il regolo. Per

Fig. 34.



prendere una lunghezza con questo istromento basterà appoggiare la punta B ad una delle estremità della lunghezza determinata; quindi far scorrere la cerniera C sino a tanto che la punta si trovi sull'altra estremità; ma siccome riesce assai difficile che nel fermare la cerniera colla vite superiore, la punta corrisponda esattamente a questa stessa estremità, così si fissa addirittura su quest'ultima la punta C, e colla vite di richiamo A si riconduce l'altra all'estremità opposta.

Fig. 35.



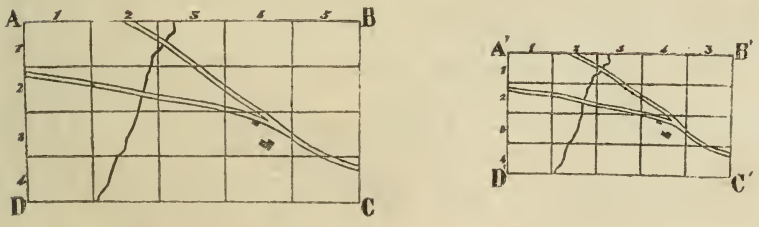
Volendo qui rapportare un punto A ad es. sopra un piano, avendone le rispettive distanze AB e AC dai due lati del quadro, si opererà nel modo seguente (fig. 35):

Presa la distanza AB si porterà da M verso P, segnandola con un piccolo tratto lungo detta linea; la stessa distanza si porterà da N verso O, facendo lo stesso segno sulla retta NO; quindi si prenderà la distanza AC e si porterà da N in M e da O in P; ciò fatto, si uniranno con un regolo i segni notati due a due, e si otterrà, nella intersezione delle due rette, la posizione del punto A, come si vede nella figura 35. Così dicasi per qualsivoglia altro punto D, E, ecc.

§ 39. Della riduzione delle carte e de' piani.

Riduzione di un piano chiamasi l'operazione, mercè la quale si costruisce una figura simile al piano stesso. Le riduzioni diconsi o *lineari* o *superficiali*, secondo che il rapporto dato sarà quello esistente fra le linee omologhe o quello delle aree delle due figure simili.

Fig. 36.



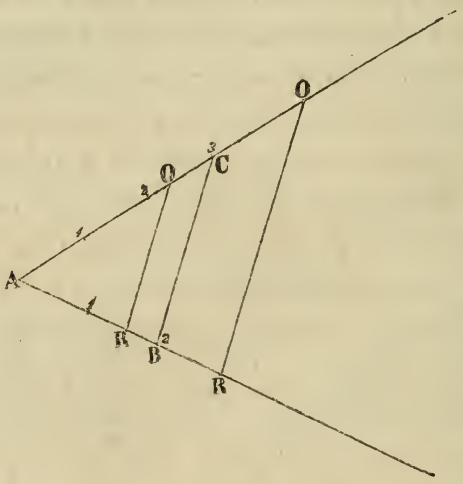
1° Riduzione lineare. Sia per es. il rapporto lineare della riduzione di 2 a 3. Supponendo ABCD (fig. 36) il rettangolo del piano, A' B' C' D' quello della riduzione, i lati del secondo staranno a quelli del primo nel rapporto di 2 a 3, come pure le lunghezze omologhe nelle due figure ; onde si potrà costrurre una scala di riduzione nel modo seguente:

Condotte le rette AB, AC (fig. 37) sotto un angolo qualunque si prendano su di esse, partendo dal punto A, lunghezze tali che si abbia la proporzione AB:AC::2:3. Si tiri BC. La riduzione di

una linea AO dell'originale si troverà, portando questa lunghezza da A sopra AC e conducendo OR parallela a CB; AR sarà la riduzione cercata.

I lati AB, CD, AD, BC (fig. 36) essendo divisi in parti uguali, lo stesso si farà degli omologhi A'B', C'D', A'D', B'C', ed i rettangoli ABCD, A'B'C'D' risulteranno coperti da un numero eguale di piccoli rettangoli simili corrispondenti, sufficientemente piccoli da poter trasportare i punti a vista o meglio ancora coll'aiuto della scala di riduzione, o del compasso riduttore, di cui si parlerà al § 40.

Fig. 37.



2° Riduzione superficiale. Talora i rapporti delle riduzioni dei piani invece di venir fissati sulle semplici dimensioni delle scale, si esprimono per mezzo delle aree. Si dice per es. ridurre un piano ad $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{3}$ ecc., della sua superficie.

La prima operazione da eseguirsi in tal caso, è quella di determinare il rapporto fra le lunghezze, onde poter anzitutto tracciare il quadro del piano ridotto, sul quale allora si opera la riduzione secondo le norme date per la riduzione lineare.

A trovare tale rapporto fra le lunghezze, basterà rammentare che le superficie delle figure simili stanno fra loro come i quadrati dei lati omologhi, onde si avrà, chiamando S e s le superficie ed A, a due lati omologhi, la proporzione $A^2 : a^2 :: S : s$ e quindi $a^2 = A^2 \times \frac{s}{S}$ ed $a = A\sqrt{\frac{s}{S}}$; cioè in termini generali, una distanza a del piano ridotto è uguale al prodotto dell'omologa del piano originale per la radice quadrata del rapporto fra le superficie dei due piani. Così se ad esempio il rapporto fra le due superficie fosse $\frac{1}{4} : 1$ si avrebbe:

$$a = A\sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{A}{2}$$

In quest'ultimo esempio appar chiaro, come la distanza che sul piano originale veniva rappresentata da A, verrebbe espressa sul piano ridotto da una lunghezza metà, e per conseguenza la scala del piano ridotto sarebbe metà di quella dell'originale.

In generale, se il piano ridotto dev'essere al piano originale nel rapporto di $m : 1$; e se n è la scala del piano originale, sarà $n\sqrt{m}$ la scala del piano ridotto. Di fatto chiamando x la scala di quest'ultimo, o per meglio dire l'omologo di n, si avrà la proporzione $1 : m :: n^2 : x^2$

onde $$x = n\sqrt{m}$$

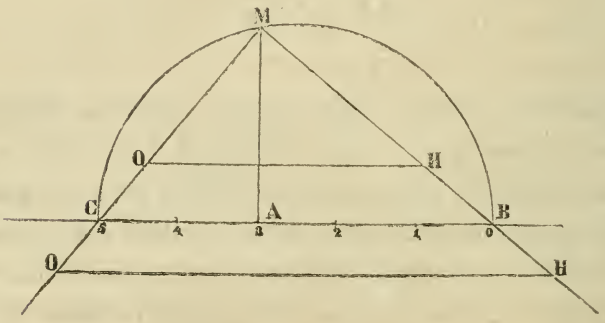
Giova qui avvertire che sono da evitare, per quanto è possibile, le ampliazioni delle carte e dei piani, perchè non si può risalire dal piccolo al grande senza accrescere gli errori dell'originale. Se le circostanze però lo richiedessero, si eseguiranno cogli stessi metodi indicati per le riduzioni minori.

La geometria somministra il mezzo di trovare la lunghezza

del lato del rettangolo simile, ed in generale d'una linea qualunque della riduzione omologa ad una del modello. Sia proposto per es. di avere il lato d'un rettangolo simile ad un altro più grande, supponendo che la superficie del primo debba essere uguale a $\frac{2}{3}$ di quella del secondo rettangolo dato. Sopra una retta BC qualsiasi (fig. 38) si segni un punto A in modo che si abbia

$$AB : AC :: 3 : 2$$

Fig. 38.

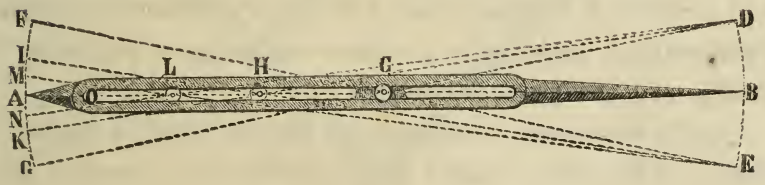


Descritto quindi sopra BC quale diametro, un semicircolo, s'innalzi la perpendicolare AM e si tirino MC e MB indefinite. Si avrà la proporzione $\overline{MB}^2 : \overline{MC}^2 :: AB : AC :: 3 : 2$. Se dunque MB fosse il lato o la linea dell'originale, MC ne sarebbe la riduzione; queste due lunghezze serviranno di scala di riduzione per trovare le altre. Se si porta per es. da M sopra MB un lato del rettangolo originale MH, segnando OH parallela a BC, MO ne sarà la lunghezza ridotta. Ottenuto così il rettangolo della riduzione, si procederà nel modo anzidetto per tracciare i quadretti, o piccoli rettangoli, e riportare gli oggetti dell'originale sul piano ridotto. La costruzione sovraindicata servirà di scala di riduzione per le lunghezze.

§ 40. Di alcuni istrumenti per la riduzione de' piani.

Del compasso di riduzione. — Il compasso di riduzione è composto di due sovrapposte verghe simili ad AB (fig. 39) che s'incrocicchiano e si uniscono nel punto C, dove trovasi un perno, o cerniera a vite, la quale, traversandone l'intiero spessore per mezzo di due intagli longitudinali, si può far scorrere liberamente ogni qualvolta le due verghe combaciano perfettamente. Aprendo questo compasso, le verghe presentano quattro punte G,F,D,E, disposte in guisa che la linea, la quale unirebbe le due punte da una parte, è parallela a quella che congiungerebbe le altre due punte dalla parte opposta.

Fig. 39.



Da ciò conseguita che, col mezzo del compasso così costrutto, si possono sempre formare due triangoli opposti e simili, dai quali si avrà: GF:ED::AC:CB. Quindi avendo la precauzione di anticipatamente mettere AC e BC nel rapporto delle due scale date, ED rappresentando la lunghezza di un lato del piano originale, GF sarà il lato omologo nella riduzione.

Se si trattasse di ridurre un piano alla metà, ossia nella proporzione lineare di 2:1, si prenderebbero per base due linee qualunque DE, KI, una delle quali fosse la metà dell'altra in lunghezza; e facendo scorrere la vite C lungo l'intaglio, ed a tentone, si arresterebbe al punto H, dove, aperto il compasso, le

punte si troverebbero esattamente cadere nel tempo stesso sulle estremità delle linee DE, KI. Qualunque altra lunghezza sarà in tal modo riportata alla sua metà, la vite rimanendo ferma ed immobile, la qual cosa vuolsi di sovente verificare.

Per la riduzione al quarto, il perno sarebbe fissato in L, e le punte passerebbero in DE, MN.

Ciò che si disse per le due precedenti proporzioni, si deve intendere per qualunque altra. Comunemente con un compasso bèn costrutto si può ridurre sino alla decima parte in misura lineare.

L'uso di questo strumento esige un tempo assai lungo, ed ha l'inconveniente di rigare ed alterare la superficie della carta, la quale perciò diverrebbe poco atta all'acquerello.

Del Pantografo. I diversi metodi enunciati per la riduzione de' piani, sebbene semplicissimi, richiedono tuttavia somma cura e lungo tempo, massime quando trattisi di riduzioni di piani a grandi dimensioni che presentano una grande varietà di linee e di particolari. Si fa uso in tal caso di un istrumento chiamato *Pantografo*, il quale serve a ridurre con maggior precisione e facilità qualsiasi specie di disegno.

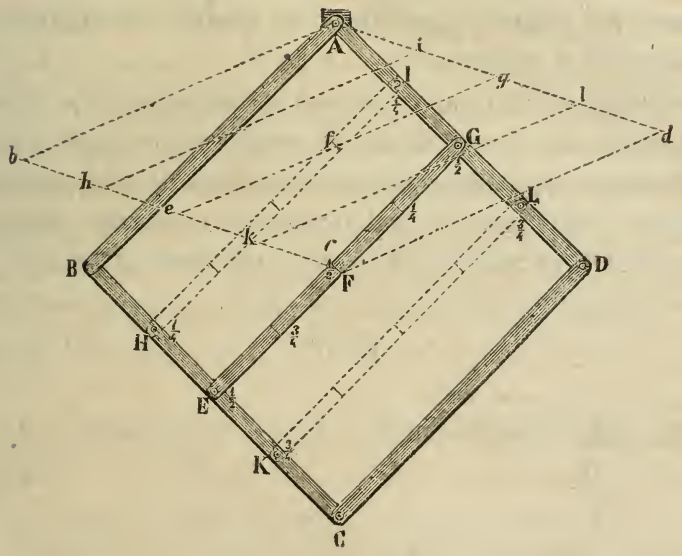
Questo strumento è composto di cinque righe in legno od ottone, delle quali quattro unite assieme con cerniera formano un quadrato od un rettangolo mobile, e la quinta EG (fig. 40) fissata su due lati opposti del medesimo scorre parallelamente ai rimanenti due lati. All'angolo di riunione delle righe AB,AD, trovasi uno spillo fisso che, attraversando un piombo, s'impianta nella tavola su cui si vuole operare, e serve di perno allo strumento. Al combaciamento delle opposte righe BC,CD, sta posto un punteruolo destinato a scorrere perpendicolarmente sopra le linee ed i contorni del piano originale; egli è costrutto in modo da potersi facilmente alzare ed abbassare nel senso verticale secondo il bisogno.

Sulla riga EG, entro un cursore d'ottone, viene adattato un

porta-matita od ago descrittore, a doppio movimento verticale ed orizzontale, la cui posizione determinata dalla proporzione sulla quale è fissata la riduzione, si rende stabile mercè la pressione di alcune viti.

Nelle diverse riduzioni qualunque sieno, il porta-matita dovrà sempre esattamente cadere sulla stessa linea che unisce il perno col punteruolo.

Fig. 40.



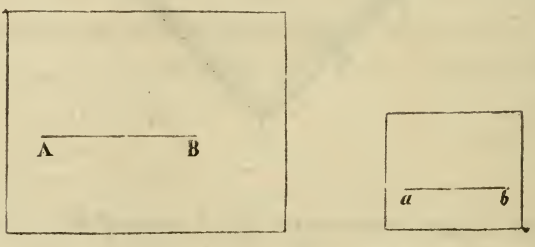
Per la sua composizione e forma, il pantografo sovra descritto è il più semplice ed il più comodo fra tutti gli istrumenti di simil genere. Il suo uso è fondato sulla teoria dei triangoli simili.

Se si spinge il punteruolo dal punto C al punto *c*, l'istrumento, dalla prima posizione ABCD, passerà in quella di A*bcd*, ed il punto F, che si suppone essere stato preso alla metà della diagonale AC, arriverà in *f*, metà della diagonale *c*A. Volendosi per es. avere una riduzione alla metà dell'originale, ossia nel rapporto lineare di 2:1, si farà scorrere la riga mobile sino alla metà delle righe BC, AD in E e in G, e sopra la stessa riga

mobile si farà cadere il porta-matita alla sua metà nel punto F; si avrà così la ricercata proporzione, giacchè si ottiene per similitudine di figura AD:AC::AG:AF. Parimenti per far una riduzione al quarto dell' originale, ossia nel rapporto lineare di 4:1, si farà prima scorrere la riga EG sulle righe BC, AD, sino alla divisione segnata $\frac{1}{4}$ in H e in I, poscia sopra la stessa EG si porterà il porta-matita in *f* alla divisione $\frac{1}{4}$, e si avrà la proporzione AD:AC::AI:A*f*; cioè le linee segnate dalla matita saranno nel rapporto predetto, con quelle dell' originale sul quale scorre il punteruolo.

Se il disegno da ridurre è di una grandezza tale da non potersi dispensare di rimuovere il perno del pantografo durante l'operazione, bisognerà, prima di cambiare la sua posizione, tracciare delle linee di riattaccamento omologhe. Siano ad esempio AB ed *ab* (fig. 41) queste due linee; dopo aver col-

Fig. 41.



locato l'istrumento nella sua nuova posizione, si porrà il punteruolo sopra A, e si condurrà *a* della riduzione sotto la punta della matita; per mezzo del movimento generale si farà scostare quest'ultima, onde permettere di piantare un ago fino in *a*; si collocherà quindi il punteruolo sopra B, e si farà girare attorno all'ago piantato in *a* il foglio della riduzione, sino a tanto che *b* giunga precisamente sotto la matita. Fissato il foglio in questa posizione, si potrà proseguire la riduzione.

Mercè di una piccola modificazione si è pervenuti, in favore dell'incisione, ad operare una riduzione immediatamente sopra il rame. Era perciò necessario ottenere una riduzione simmetrica e rovesciata dell'originale, e ciò è quanto succede allorquando, a vece della matita, si colloca una punta d' acciaio (*traçoir*) rivolta in alto. In quest'operazione il foglio di rame è al disopra e presenta la sua superficie coperta di una vernice ad una punta metallica che scorre su di essa per mezzo di una molla elastica (*ressort*) collocata dal basso in alto. Si fa percorrere i contorni dell' originale dal punteruolo, e la punta d'acciaio riproduce la figura simmetrica sopra il rame, esportando la vernice e mettendo così il rame allo scoperto. Uno specchio collocato sotto al pantografo permette all'operatore di poter seguitare i progressi del suo lavoro. Ei si comprende di leggieri che in quest'ultimo istrumento il filo che dalla punta metallica giunge, per mezzo di piccole carrucole, alla mano del disegnatore, produce, allorchè si tira, un effetto contrario a quello del pantografo ordinario, vale a dire che la punta discende a vece di alzarsi e viceversa.

§ 41. Problemi varii, relativi alla riduzione de' piani.

A risolvere i quesiti che di frequente hanno luogo intorno alla riduzione de' piani, si ravvisa utile di porgere qui in appresso la soluzione de' seguenti problemi pratici, de' quali i due primi sono relativi alla riduzione lineare, e gli altri alla riduzione superficiale.

Problema 1° Un piano topografico alla scala di $\frac{1}{30000}$ è compreso in un quadro di 0^m, 7 di lunghezza per 0^m, 5 di larghezza od altezza: domandasi quali saranno le dimensioni corrispondenti del quadro dello stesso piano alla scala di $\frac{1}{50000}$.

Soluzione. A seconda dei principii enunciati per le ridu-

zioni dei piani, le lunghezze del piano ridotto saranno a quelle del piano originale nel rapporto di $\frac{1}{30000} : \frac{1}{50000}$ ossia di 5:3. Chiamando adunque x e x' gli omologhi corrispondenti alle dimensioni $0^m,7$ e $0^m,5$ del piano originale, si avranno le proporzioni:

$$5:3::0,7:x \text{ onde } x = \frac{0,7 \times 3}{5} = \frac{21}{50} = 0^m,42$$

$$5:3::0,5:x' \text{ » } x' = \frac{0,5 \times 3}{5} = \frac{15}{50} = 0^m,30$$

Epperciò le dimensioni del piano ridotto saranno di $0^m,42$ per la lunghezza, e $0^m,30$ per la larghezza.

Problema 2° La distanza grafica fra due punti sopra un piano alla scala di $\frac{1}{20000}$ trovasi essere uguale a $0^m,88$; dovendo questa lunghezza servire di base per ridurre il piano alla scala di $\frac{1}{75000}$, domandasi quale sarà la distanza ridotta, cioè a quanti centimetri corrisponderà.

Soluzione. Le lunghezze del piano ridotto dovendo stare a quelle del piano originale nel rapporto di $\frac{1}{20000} : \frac{1}{75000}$ ossia di 75:20; si potrà stabilire la seguente proporzione:

$$75:20::0,88:x$$

e quindi $$x = \frac{20 \times 0,88}{75} = \frac{176}{750} = 0^m,2346$$

Adunque una distanza che alla scala di $\frac{1}{20000}$ corrisponde a $0^m,88$ in lunghezza grafica, verrà rappresentata sul piano ridotto alla scala di $\frac{1}{75000}$ da $0^m,2346$.

Problema 3° Siano $0^m,7$ e $0^m,5$, le dimensioni, cioè la lunghezza ed altezza del quadro originale, il cui piano è alla scala di $\frac{1}{10000}$; si domandano le dimensioni del quadro ridotto a tale che la superficie del medesimo sia $\frac{1}{25}$ della superficie del piano originale.

Soluzione. Le due proporzioni:

$$1 : \frac{1}{25} :: \overline{0,7}^2 : x^2 \text{ e } 1 : \frac{1}{25} :: \overline{0,5}^2 : x^2$$

offrono le dimensioni del quadro ridotto, cioè $x = 0,14$ e $x' = 0,10$ e la scala del piano sarà $\frac{1}{50000}$.

Problema 4° Un piano alla scala di $\frac{1}{10000}$ è contenuto in un quadrato il cui lato è eguale a $0^m,50$: vuolsi ridurre questo piano in un quadrato avente $0^m,10$ di lato; domandasi qual sarà il rapporto fra le due superficie, e quale la scala del piano ridotto.

Soluzione. Chiamando 1 la superficie del piano originale, e x quella del piano ridotto, si istituirà la proporzione:

$$1 : x :: \overline{0,50}^2 : \overline{0,10}^2;$$

quindi $x = \frac{1}{25}$; vale a dire che la superficie del piano ridotto sarà $\frac{1}{25}$ di quella del piano originale, e la scala del primo sarà per conseguenza

$$\sqrt[n]{m} = \frac{1}{\sqrt{25 \times 10000}} = \frac{1}{50000}$$

Problema 5° Venticinque piani, (ognuno alla scala di $\frac{1}{10000}$ e compreso in un quadro le cui dimensioni sono $0^m,70$ e $0^m,50$ effettivi) sono stati riuniti e ridotti in un sol foglio delle stesse dimensioni; chiedesi quale sarà la scala del piano ridotto.

Soluzione. Il piano di riduzione comprendendo 25 fogli alla scala di $\frac{1}{10000}$, egli è agevole scorgere che ciascuno di questi è stato ridotto a $\frac{1}{25}$ della sua superficie, donde emerge che la scala del piano ridotto è di $\frac{1}{50000}$.

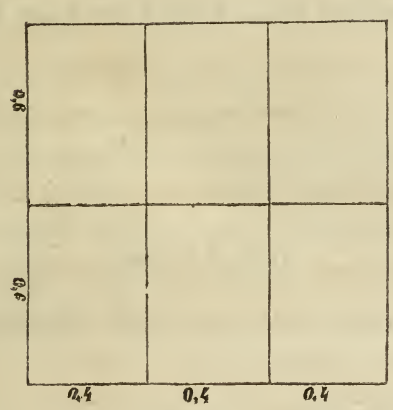
Problema 6° Un piano alla scala di $\frac{1}{60000}$ è la riduzione di parecchi fogli originali, ognuno de' quali era alla scala di $\frac{1}{20000}$ e compreso in un quadro di dimensioni eguali a quelle del quadro di riduzione: chiedesi quanti fogli alla scala di $\frac{1}{20000}$ sono compresi nel piano di riduzione a quella di $\frac{1}{60000}$.

Soluzione. La scala del piano di riduzione essendo a quella dell'originale come 1 : 3, le superficie saranno fra loro come 1 : 9; e poichè le dimensioni dei due quadri sono rispettivamente eguali, il foglio di riduzione comprenderà 9 fogli alla scala di $\frac{1}{20000}$.

Problema 7° Si hanno sei piani disposti come nella figura 42 (ognuno dei quali alla scala di $\frac{1}{10000}$ e compreso in un quadro di 0^m, 6 di lunghezza e di 0^m, 4 di larghezza).

Voglionsi questi riunire e ridurre in un sol foglio alla scala di $\frac{1}{20000}$; si domandano le dimensioni del quadro ridotto.

Fig. 42.



Soluzione. La questione si riduce a trovare le dimensioni di un quadrato alla scala di $\frac{1}{20000}$, corrispondenti a quelle di $1^m,20$ del piano alla scala di $\frac{1}{10000}$. Per tale oggetto osservando che le lunghezze fra il piano ridotto e quelle dell'originale stanno fra loro nel rapporto di $\frac{1}{10000} : \frac{1}{20000}$ ossia di $2:1$, si avrà la proporzione: $2:1 :: 1{,}20:x$

e quindi $$x = \frac{1{,}20}{2} = 0^m{,}60$$

Appar chiaro che giusta una tale riduzione ogni foglio originale alla scala di $\frac{1}{10000}$ sarà ridotto ad $\frac{1}{4}$ della sua superficie.

CAPO QUARTO.

DELLA PLANIMETRIA OSSIA LEVATA DEI PIANI TOPOGRAFICI

—

ARTICOLO PRIMO

Preliminari alle operazioni topografiche.

—

Definizione della planimetria. — Piano topografico. — Rete topografica e triangolazione. — Segnali. — Scelta dei vertici dei triangoli. — Scelta e misura della base. — Misura degli angoli. — Orientamento. — Determinazione della meridiana:

1° Per mezzo delle altezze corrispondenti del sole;

2° Per mezzo della stella polare;

3° Per mezzo della declinazione dell'ago magnetico.

Posizione dei punti di una rete trigonometrica riferita a due assi ortogonali. — Piani regolari e piani speditivi. — Stromenti per la levata de'piani.

—

§ 42. Definizione della Planimetria.

Dopo aver esposto i principii generali sui quali è fondata la Topografia propriamente detta, s'imprenderà in questo capo a trattare distintamente della *Planimetria*. A tal fine si ricorderà che la Planimetria è l' arte di levare i piani topografici, vale a dire di projettare sopra un piano orizzontale, giusta un dato rapporto, una determinata porzione della superficie terrestre.

§ 43. Piano topografico.

La figura che risulterà da tale operazione, eseguita secondo i mezzi che verranno spiegati in appresso, rappresentata e disegnata nelle varie sue forme, giusta i precetti e le norme descritte nel capo precedente sulla rappresentazione del terreno, costituisce ciò che chiamasi *piano topografico*; e l' operazione che conduce a questo risultato dicesi *levata del piano*. Onde il piano è il risultato delle proiezioni orizzontali dei singoli oggetti della superficie del terreno, le cui parti conservano sul piano stesso le relazioni d'estensione e di forma, giusta una data proporzione.

§ 44. Rete topografica e triangolazione.

Per la costruzione dei piani topografici occorre, prima di eseguire la rappresentazione dei singoli particolari del suolo col mezzo della levata, proiettare un certo numero de'principali oggetti, che immaginati congiunti tra loro per mezzo di rette offrono una serie di triangoli collegati l'uno all'altro.

Divisa per mezzo di questa serie di triangoli la superficie del terreno da levare, la questione sarà ridotta a rappresentare i singoli particolari racchiusi in ogni triangolo, cioè si formeranno altrettanti piccoli piani, quanti saranno i triangoli; ed il loro complesso formerà il piano totale.

Senza di questa serie di triangoli, segnatamente quando trattasi di levate importanti ed estese, si opererebbe senza guida e verificazione di sorta; gli errori che sono inseparabili dalle grafiche operazioni della levata, si propagherebbero e si accumulerebbero perciò ne' tratti successivi; e la rappresentazione della superficie si troverebbe alterata nelle sue forme e dimensioni sul

rispettivo piano topografico: colla determinazione invece della serie di questi triangoli, il piano racchiuso in ognuno di essi è formato indipendentemente dall'altro successivo, talchè i piccoli errori per avventura commessi nel primo non si possono tampoco propagare sul secondo, perchè essi si arrestano alla periferia. L'insieme poi di questi piani, cioè il piano generale, presenta un nesso ordinato e preciso, appunto perchè ogni piano trovasi collegato al contiguo dal lato previamente e rigorosamente determinato, comune ai due triangoli della periferia di entrambi; su qual lato d'altronde viene a controllarsi l'operato dell'uno e dell'altro piano successivo.

La determinazione di questi triangoli, cioè la determinazione della proiezione de'principali punti della superficie da levare, ai quali debbono collegarsi dappoi le levate de' particolari, è adunque la prima e fondamentale operazione della levata dei piani. Se ne può solo prescindere, quando si tratti di levate ristrette a piccoli porzioni di terreno destinate per un uso speciale.

La formazione di questi triangoli, le cui linee sono fittizie, è ciò che costituisce la *rete topografica*. Si dirà adunque che *la rete topografica è quella serie di triangoli che si proietta sul piano orizzontale, per servire di fondamento alle levate dei particolari, che si debbono successivamente inserire in ogni triangolo.*

Si aggiunge il nome di *trigonometrica* alla rete topografica, allorchè questa è determinata per mezzo del calcolo de'triangoli, e puramente *topografica*, quando è data dalle operazioni grafiche.

Per la determinazione di questa rete fa mestieri conoscere almeno un lato di partenza e gli angoli de' varii triangoli. L'uno e gli altri, misurati effettivamente sul terreno, vengono poi proiettati sul piano, come si vedrà più tardi. L'operazione che conduce alla determinazione della rete chiamasi *triangolazione*; il lato di partenza dicesi *base*.

La ricognizione del terreno che si deve levare è la preliminare operazione nell'esecuzione di una triangolazione, onde:

1° *Fissare i punti che devono servire di vertice ai triangoli;*

2° *Scegliere e stabilire il sito ove si deve misurare la base.*

Si prescelgono per vertici (attenendosi, per quanto è possibile, alle norme del § 46) i punti ragguardevoli del terreno, come sono i campanili, le torri, le cappelle, le castella, gli edifizi isolati di qualche rilievo e le sommità rimarchevoli: il sito prescelto su quest'ultime viene contrassegnato con apposito segnale, onde poterlo scorgere da lungi.

§ 45. Segnali.

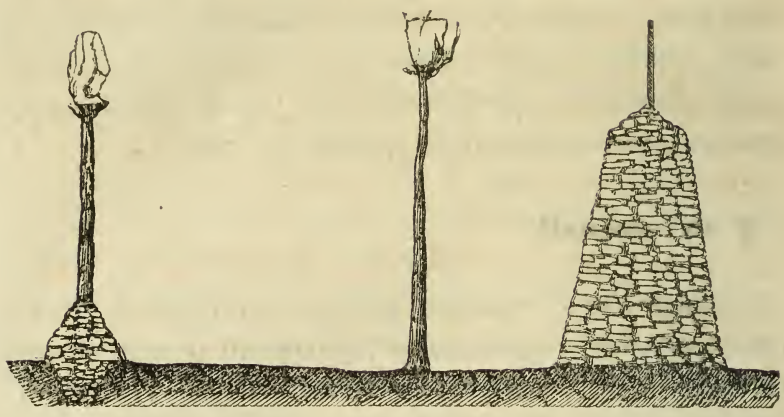
I segnali che s' impiegano per la determinazione di una rete topografica vengono per lo più costrutti in muro a secco od in legno dell'altezza di due o tre metri (*a*). Per lo più i segnali in legno sono alberi dritti spogliati de' loro rami e della corteccia, salvo verso la punta ove i rami si ripiegano in forma di testa, la quale si ricopre di carta bianca forte, legatavi con ispago o vimini. L'albero così sfrondato e ricoperto alla cima con un foglio bianco potrà essere distinto da lungi. Detti alberi o pali si conficcano verticalmente nel terreno, praticando un fosso di mezzo metro circa, nel quale si adatta l'albero. Si riempie quindi lo scavo con pietre a secco sino all'altezza di un metro al di sopra del suolo.

Se i segnali sono in muro a secco, si costruiscono a guisa di pilastri, accatastando l'una pietra sull'altra ed a strati che vanno rimpicciolendosi verso la punta, prendendo così il segnale una forma pressochè conica o piramidale. Un piccolo palo collocato sulla punta è destinato a fissar meglio la linea di mira che si dirige contro il segnale. Quando detti pilastri si proiettano contro le eminenze circostanti, si imbianchiscono con acqua di calce, onde poterli distinguere da lungi.

(*a*) Si ommette la descrizione dei segnali a maggiori e più solide dimensioni che si usano in una grande rete o triangolazione, perchè essa deve trovar sito in un trattato di Geodesia, anzichè in quello di Topografia.

Tanto gli uni quanto gli altri segnali hanno presso a poco la forma indicata nella fig. 43.

Fig. 43.



§ 46. Scelta de' vertici de' triangoli.

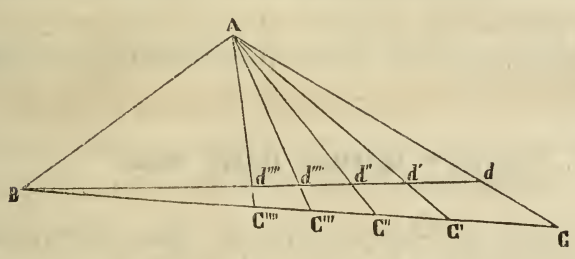
La scelta de'punti o vertici de'triangoli dev'essere fatta in modo che la forma di questi ultimi si avvicini all'equilatera, siccomè quella che va meno soggetta ad errori nella determinazione dei lati dipendenti dalla misura degli angoli.

Sia infatti ABC uno di questi triangoli e si supponga che nelle misure di uno degli angoli, di B ad esempio (fig. 44), siasi commesso un errore *d*BC, cioè che AB*d* risulti la misura ottenuta dell'angolo ABC. Egli è evidente che un tale errore angolare produrrà sul lato opposto AC un errore *d*C; cioè il lato A*d* più corto di AC della quantità *d*C, rappresenterà la misura di AC; questo errore sarà tanto più piccolo quanto più l'angolo C si avvicinerà ad un angolo retto, come è facile accertarsene paragonando l'uno con l'altro i diversi errori che dalla stessa causa dipenderebbero, immaginando cioè il vertice C in diverse posizioni, tali che l'angolo C vada progressivamente crescendo, prendendo le posizioni ad esempio di AC', AC'', AC''', AC''''. Lo stesso ragionamento applicato ai tre angoli del triangolo condurrebbe a dire che l'errore risultante su ciascun lato sarà

tanto più piccolo, quanto più ognuno degli angoli si accosterà ad un angolo retto; e quindi il triangolo che meglio soddisfa a siffatta condizione, è il triangolo equilatero, siccome quello nel quale ogni angolo si accosta più a questo limite, senza detrimento degli altri due.

Non essendo possibile nella pratica di ottenere de' triangoli esattamente equilateri, si escludono, nelle triangolazioni più importanti, quelli che hanno angoli minori di 30° o maggiori di 120°.

Fig. 44.



Circa al numero ed alla grandezza de'triangoli, l'uno e l'altra debbono esser tali che l' inserimento dei particolari in ogni triangolo si possa fare colla maggiore facilità ed esattezza possibile. Se i triangoli fossero troppo grandi, la levata dei particolari non riescirebbe abbastanza esatta, perchè gli errori si accumulerebbero di troppo prima di giungere alla periferia ; se i triangoli per lo contrario fossero troppo piccoli, e perciò la rete venisse ad essere molto sminuzzata, si richiederebbe, in tal caso, la misura di una gran quantità di angoli, e perciò maggior tempo e maggiori probabilità di errori.

Non si possono indicare dati precisi intorno alla grandezza e al numero de'triangoli, dipendendo ciò pur anche dall'estensione e natura del terreno che si vuol levare e dalla scala inoltre del piano; dall'estensione, perchè più estesa sarà la superficie da levare, e maggior numero di triangoli occorreranno per la rete; dalla natura del terreno, perchè potendo la vista spaziare a maggior distanza ne'luoghi montuosi che non in quelli piani , maggiori

punti di riattaccamento e perciò maggior numero di triangoli occorreranno in questi ultimi terreni anzichè ne' primi; dalla scala del piano infine, perchè per una scala grande, ad esempio a $\frac{1}{5000}$, si richiederanno lati di minori lunghezze, e perciò maggior numero di triangoli che non in una rete eseguita per un piano a scala minore, e per una stessa superficie di terreno.

Sebbene adunque non si possa stabilire in modo preciso il numero e la grandezza dei triangoli, si dirà tuttavia che i lati di una rete topografica, per le levate alla scala fra $\frac{1}{5000}$ e $\frac{1}{20000}$, sono in media da uno a sei chilometri di lunghezza.

§ 47. Scelta e misura della base.

Scelti i punti che debbono servire di vertici ai triangoli della rete, si procederà alla ricerca del sito per fissare la base, la cui scelta convenevole è cotanto necessaria per la rapidità ed esattezza delle operazioni successive.

Vuolsi anzitutto osservare che ne' casi di vaste ed importanti levate topografiche, e quando si operi in un paese ove esista una triangolazione generale geodetica del territorio, si potrà trascegliere la base da uno de'lati convenienti da quella somministrati; la qual cosa sarà sempre da preferirsi alla misura di una nuova base, la cui operazione è alquanto lunga e richiede inoltre somme cure.

In difetto per altro di tali lati, o quando trattasi di piccole levate, converrà misurare una base, osservando le norme seguenti intorno alla sua scelta:

1° La base deve essere fissata, per quanto è possibile, sopra un terreno orizzontale o pressochè tale e scoperto, e in modo che da un'estremità si possa scoprir l'altra. Egli è chiaro che quanto più il terreno sarà orizzontale, tanto più esatta riescirà l'effettiva misura della base.

2° La base dev'essere di lunghezza proporzionata alla grandezza dei triangoli che debbono collegarvisi non che all'importanza ed estensione del piano.

Una base fra 800 e 1500 metri è sufficiente per le levate topografiche alle scale fra $\frac{1}{5000}$ e $\frac{1}{20000}$. Per le scale maggiori di $\frac{1}{5000}$ si possono restringere questi limiti fra 400 e 500 metri.

3° Dalle due estremità della base devesi scorgere il maggior numero possibile dei punti prestabiliti siccome vertici dei triangoli, onde fissare i primi triangoli di partenza, i quali

Fig. 45.

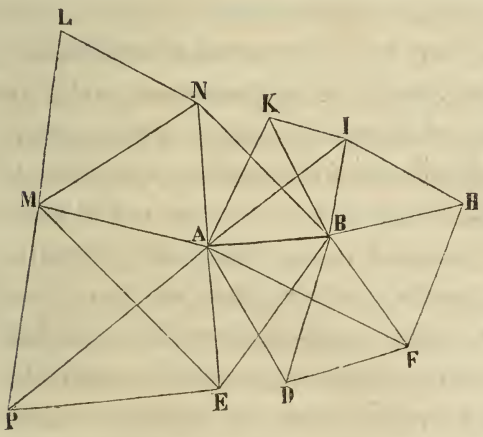
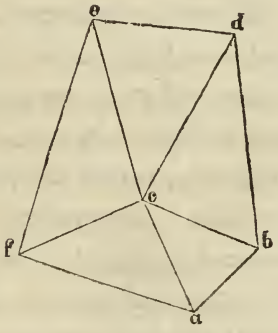


Fig. 46.



debbono per altro, per le ragioni già addotte, presentare angoli ben condizionati, cioè nè troppo acuti nè troppo ottusi.

Da tale considerazione emerge chiaro che la base deve trovarsi ad un bel circa, al centro del terreno da levarsi. Scegliendo la base in tal modo, cioè al centro, si diminuirà altresì il numero degli errori che sono inevitabili nel processo materiale delle operazioni.

Ognuno comprenderà di fatto come partendo da una base AB, pressochè al centro (fig. 45), si possano far poggiare più triangoli di

partenza alla base stessa; per la qual cosa la determinazione di questi riescirà indipendente l'una dall'altra; mentre prescegliendo la base ad un'estremità della levata *ab* (fig. 46) non si potranno stabilire che uno o pochi triangoli di partenza. Ora nel primo caso, gli errori per avventura commessi in un triangolo di partenza non si propagheranno che ai soli triangoli successivi da questo dipendenti, i quali d'altronde si potranno poi sempre verificare direttamente coi dati di altri triangoli indipendenti dal primo; così il lato MA determinato dal triangolo MAN (in cui AN appartiene ad un triangolo di partenza) si potrà verificare dal triangolo MAE, in cui il lato AE appartiene pure ad un triangolo di partenza ABE, indipendente dal primo. Nel secondo caso gli errori commessi nel solo triangolo di partenza *abc* (figura 46) si propagheranno a tutti i triangoli successivi, senza che si possa ottenere una diretta verificazione.

Prescelto il sito per la base, se ne fisseranno gli estremi con pali o segnali: quindi si procederà con la massima cura alla sua misura effettiva, coi mezzi ed istromenti che verranno spiegati nell'articolo seguente, sulla misura delle distanze; si ripeterà la misura per due o tre volte almeno ora in un senso, ora in senso opposto, e si prenderà la media dei varii risultamenti ottenuti, sempre quando le varie misure concorderanno fra loro entro un certo limite, il quale non dovrà però eccedere $0^m,50$ per ogni 1000 metri di misura in terreno orizzontale e $0^m,75$ negli altri terreni. Così se ad es. si saranno operate tre misure, le quali avranno dato i tre risultati seguenti: 1ª misura $1252^m,35$; 2ª $1252^m,45$; 3ª $1252^m,70$, si dirà che la misura è di $1252^m,50$.

Finalmente è altresì da avvertire che la lunghezza della base, ottenuta colle misure ordinarie, dovrà esser ridotta all'orizzonte, dovendo essa pure, come tutte le altre linee, venir rappresentata sul piano topografico giusta la proiezione orizzontale. Si vedrà nell'articolo seguente, sulla misura delle distanze, come si operi una tale riduzione.

§ 18. Misura degli angoli.

Fissati i vertici dei triangoli della rete, e misurata la base, si procederà alla determinazione degli angoli per mezzo di appositi istromenti.

Gli stromenti che s'impiegano in topografia per la determinazione degli angoli si dividono in due specie:

1° *Goniometri*;

2° *Goniografi*.

Chiamansi *goniometri* gli stromenti che somministrano direttamente l'ampiezza o misura letta in gradi, dell' angolo che si osserva; diconsi *goniografi* quelli che offrono il mezzo di tracciare l' angolo sur un piano previamente disposto orizzontale, senza conoscerne direttamente la misura in gradi. La descrizione ed impiego degli uni e degli altri verranno svolti partitamente negli articoli seguenti. Solo vuolsi avvertire che quando trattasi di formare con molta esattezza una vasta rete topografica, la misura degli angoli si fa in allora col *Teodolite*. Quantunque un tale stromento non sia destinato per la levata dei piani, pur tuttavia si ravvisa utile il darne la descrizione in fine dell'articolo degli stromenti topografici, onde ognuno, che debba determinare un'esatta e trigonometrica rete topografica, sappia conoscere il modo di adoperarlo, quando a questo stromento si volesse ricorrere, siccome *goniometro di precisione*.

Si procede alla misura degli angoli con un goniometro, trasportandosi dapprima coll'istromento alle due estremità della base, e successivamente ai vertici di ciascun triangolo. Si notano sur un apposito registro tutti gli angoli che vengono a far capo al *punto di stazione*. Chiamasi punto di stazione il sito ove collocasi l'istromento per operare sul terreno.

Procedendo nella determinazione della rete topografica dovrassi, per quanto è possibile, misurare i tre angoli dei triangoli più importanti onde ottenere una verificazione, riscontrando se

il triangolo chiude esattamente a 180°, cioè se la somma dei tre angoli forma 180°. Siccome non è possibile, malgrado ogni cura, ottenere esattamente questa coincidenza, così si è convenuto di ripartire equamente sui tre angoli del triangolo la differenza che risultasse da 180°, tuttavolta questa differenza non eccederebbe un certo limite concesso dalla tolleranza, la quale varia secondo la maggiore o minore precisione degli stromenti che si impiegano. Adoperando un Teodolite per la misura degli angoli, la tolleranza per una rete trigonometrica semplice non dovrà eccedere 20″; cioè la somma dei tre angoli misurati di un triangolo non dovrà differenziare da 180° che di 20″ in più od in meno: onde se una tal somma risultasse, ad esempio, di 180°. 00′. 18″, si diminuirebbe ogni angolo misurato di 6″.

Vuolsi ricordare che, ove non si potesse misurare precisamente l'angolo al vertice, si opererebbe la riduzione al centro, come venne trattato nel Capo V del *Corso di Trigonometria Rettilinea*.

Nei triangoli ove non si misurano effettivamente che due angoli, si conchiuderà il terzo deducendolo dalla differenza fra 180° e la somma dei due angoli misurati.

Si può prescindere dalla misura diretta del terzo angolo:

1° Quando il triangolo non è fra i più importanti;

2° Quando il punto a cui si riferisce detto angolo, per circostanze locali od atmosferiche, non offre incertezze sulla sua vera posizione, e che perciò si è certi di mirare, dai due altri vertici, sempre lo stesso oggetto.

La determinazione dei lati, quando si adoperano i goniografi, si opera secondo le teorie e modi che verranno esposti nell'apposita descrizione di questi stromenti. Quando invece si fa uso dei goniometri, la determinazione dei lati stessi della rete si ottiene mercè la risoluzione trigonometrica de' vari triangoli, impiegando le formole descritte nel precitato *Corso di Trigonometria Rettilinea*.

I risultati del calcolo vengono inseriti in apposito specchio simile al seguente:

Specchio

DE' LATI DEFINITIVI DEI TRIANGOLI

DESIGNAZIONE DEI TRIANGOLI	ANGOLI AL CENTRO	LUNGHEZZA IN METRI DEI LATI OPPOSTI
A Estremità Est della base	59°. 51'. 32"	1271,24
B Estremità Ovest id.	51°. 56'. 00"	1157,32
C Campanile	68°. 12'. 28"	1364,94
A Estremità Est della base	88°. 13'. 00"	2163,14
B Estremità Ovest id.	52°. 40'. 55"	1721,14
D Segnale	39°. 06'. 05"	1364,94
B Estremità Ovest della base	94°. 48'. 04"	5128,74
D Segnale	60°. 20'. 46"	4472,73
E Torre	24°. 51'. 10"	2163,14
B Estremità Ovest della base	47°. 42'. 30"	3315,15
E Torre	38°. 41'. 30"	2801,56
F Segnale	93°. 36'. 00"	4472,73
B Estremità Ovest della base	37°. 33'. 20"	2759,26
E Torre	61°. 18'. 52"	3971,27
G Campanile	81°. 07'. 48"	4472,73

§ 49. Orientamento.

Risoluti, graficamente o trigonometricamente, i triangoli della rete topografica, converrà fissarne la posizione rispetto ai quattro punti cardinali, ciò che chiamasi l'*orientamento*, mercè del quale le singole linee fittizie, che uniscono i punti della rete stessa, si troveranno nella medesima posizione che quelle del terreno, rispetto ai quattro punti cardinali, determinati questi ultimi da due linee, l'una nella direzione Nord-Sud e l'altra in quella Est-Ovest.

Per procedere a questa operazione vuolsi anzitutto fissare una linea nella direzione del Nord-Sud, detta *meridiana*. Tale linea determinata sul terreno potrà venir agevolmente segnata sul piano, come vi si determina la direzione di una linea qualunque del terreno medesimo. La perpendicolare alla meridiana determinerà la linea Est-Ovest.

§ 50. Determinazione della Meridiana.

Tre sono i metodi per tracciare in topografia una linea meridiana:

1° *Per mezzo delle altezze corrispondenti del sole*;
2° *Per mezzo della stella polare*;
3° *Per mezzo della declinazione dell'ago magnetico.*

1° Per mezzo delle altezze corrispondenti del sole.

Per tracciare una meridiana per mezzo delle altezze corrispondenti del sole, si traccierà sopra un terreno od un piano ben orizzontale una circonferenza BMB', al centro della quale si fisserà uno stile o gnomone CA ben verticale (fig. 47).

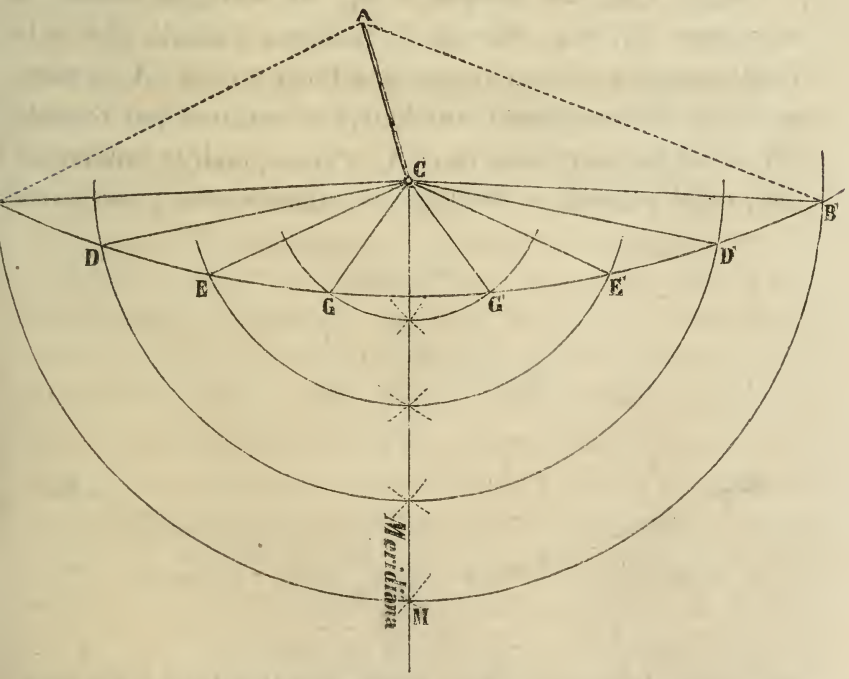
Si osserverà prima del mezzogiorno il momento in cui il sole proietta l'ombra dell'estremità A del gnomone sopra la circonferenza: suppongasi B questa proiezione che si avrà cura di segnare sulla medesima; si seguiterà quindi il progresso dell'ombra sino a tanto che essa si termini in B' sopra la

stessa circonferenza: si divide l'arco BMB' in due parti uguali: il punto di mezzo M sarà un punto della meridiana, ed il raggio CM sarà la direzione della meridiana stessa.

Questa costruzione è fondata sulla regola che ad uguali altezze del sole dall'orizzonte corrispondono ombre uguali. Tale regola a tutto rigore non è esatta; imperocchè il sole nel suo movimento apparente non descrive archi paralleli all'equatore, ma ogni giorno egli percorre, obliquamente a quel piano, un picciol arco di eclittica di circa un grado.

Così l'astro non rimanendo nel corso delle 24 ore nello stesso circolo di declinazione, eccettuato verso i solstizii, la linea CM andrebbe sottoposta ad una leggera correzione, la quale, per essere assai tenue, si trascura d'ordinario nella determinazione topografica di una meridiana.

Fig. 47.



Si usa di tracciare varii circoli concentrici, come si vede nella figura precedente, e ripetere la stessa operazione sovra

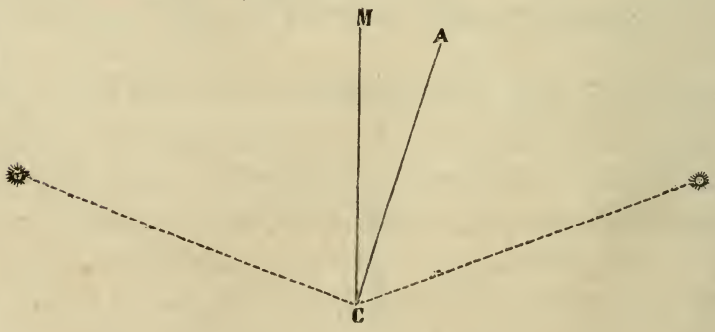
ognuno di essi, onde avere una verificazione, perchè tutti i punti di mezzo de' rispettivi archi devono trovarsi sulla stessa retta, se l'operazione è stata fatta a dovere.

Il gnomone più comunemente adoperato per la determinazione della meridiana, si compone di una verga di metallo, la quale porta alla sommità una lamina ovale inclinata di 45° all'orizzonte, ed alla metà della quale è praticato un piccolo foro. Il centro delle varie circonferenze, da descriversi sul piano, dovrà necessariamente essere il piede della verticale (fino al piombo) abbassata da questo foro sul piano orizzontale; ed i punti da notarsi sulle circonferenze saranno indicati dall'immagine del piccolo foro segnata dal sole sul piano stesso.

Per altezze corrispondenti del sole si potrebbero prendere altresì i punti del suo levare e del suo tramonto nel seguente modo.

Pongasi che alla stazione C (fig. 48) si voglia trovare la meridiana. Al levar del sole si osserverà l'angolo che fa la visuale tangente al disco in quell'istante con un lato CA, ad esempio, della rete; e quando tramonterà si osserverà pur l'angolo che fa col disco lo stesso lato CA; si farà quindi la somma dei due angoli ottenuti, si dividerà il risultato in due parti eguali

Fig. 48.



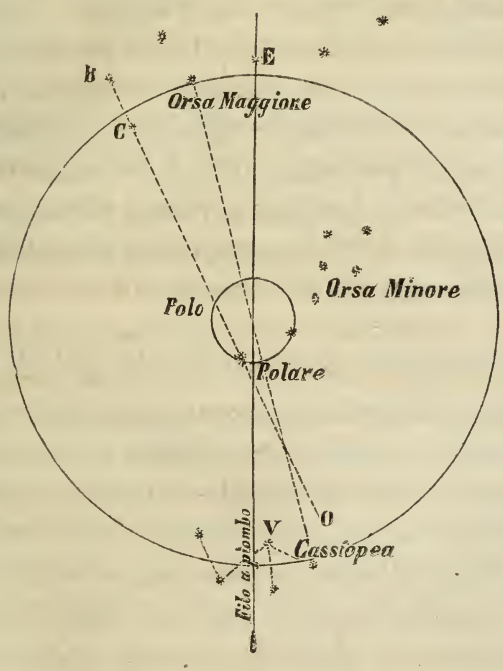
per mezzo della linea CM, e questa sarà la traccia della meridiana. Egli è facile rilevare che questo metodo non è praticabile se non in paese in cui l'orizzonte apparente sia affatto sgombro

perchè in caso contrario i punti osservati del nascere e del tramonto non corrisponderebbero ad uguali altezze dall'orizzonte vero.

2° Per mezzo della stella polare.

Si ottiene anche la meridiana in notti serene cercando la *stella polare*, così detta, perchè si trova vicinissima al Polo Nord, cioè assai prossima al prolungamento dell'asse della terra. Essa fa parte della costellazione dell'Orsa minore (*a*).

Fig. 49.



Ond'è che per tracciare la meridiana, basterà collocarsi dietro un filo a piombo, e far disporre, a conveniente distanza, un se-

(*a*) L'*Orsa maggiore* e l'*Orsa minore*, che diconsi altresì *Grande* e *Piccolo Carro* a cagione della disposizione particolare delle stelle che le compongono, sono costellazioni aventi a un di presso la medesima forma, composta ciascheduna di sette stelle principali.

gnale a fuoco, o qualsiasi altro visibile di notte tempo, nella direzione del piano verticale, passante per la stella polare e pel filo stesso. La retta che unirà la proiezione orizzontale del filo a piombo colla base del segnale predetto determinerà la meridiana.

Siccome la polare non è precisamente al polo, ma nel suo corso apparente descrive, intorno ad esso, un circolo di 1°. 28′ (cioè che è distante dal polo di 1° 28′), così si comprenderà di leggieri la deviazione che deve cagionare la visuale diretta alla stella; ma se si coglie l'istante in cui questa passa al meridiano, ciò che succede a un dipresso quando essa si trova nel filo a piombo con la stella V di Cassiopea (fig. 49), o con E, la prima delle tre della coda della grande Orsa, si avrà la direzione della meridiana con una maggiore approssimazione (*a*).

Per rinvenire con facilità la stella polare, si suppone tirata una linea che passi per le due stelle B e C della costellazione della Grande Orsa e prolungata nel senso BO; la polare si troverà ad un dipresso sul prolungamento di detta linea, e forma l'estremità della coda dell'Orsa minore.

3° Per mezzo della declinazione dell'ago magnetico.

La direzione del meridiano magnetico, la quale è data dall'ago calamitato (vedasi l'articolo sulla bussola), fa col meridiano terrestre un angolo che vien chiamato *declinazione dell'ago*. Questa è occidentale, se l'estremità dell'ago rivolta verso il Nord magnetico, devia dal Nord terrestre verso l'Ovest; ed orientale quando la deviazione ha luogo dal Nord verso l'Est. Gli astronomi fanno conoscere questa declinazione, la quale è sensibilmente costante per un certo periodo di tempo, ed entro i limiti di una data estensione di paese.

La meridiana sarà adunque segnata da una retta, facente, all'Est dell'asse dell'ago calamitato, un angolo eguale a quello

---

(*a*) D'ordinario ne' trattati di astronomia le stelle designate V ed E nella fig. 49 sono indicate, la prima colla lettera greca γ, la seconda con ε.

della declinazione del luogo, se questa è occidentale, e all'Ovest se è orientale. Del modo di tracciare questa linea si tratterà più specialmente parlando della bussola.

I tre metodi finora descritti insegnano a tracciare la meridiana tanto sul terreno (la quale si potrà sempre riprodurre sovra un piano al paro di qualsiasi altra linea), quanto sul piano direttamente. Quando poi s'abbia un piano su cui già esista tale indicazione, facile riescirà segnare una tal linea anche sul terreno. A ciò fare, basterà orientare il piano rispetto al terreno medesimo, cioè collocarlo in modo che le varie linee del piano, le quali partono dalla proiezione del punto di stazione, si trovino nella direzione delle omologhe sul terreno, e quindi con paline prolungare sul terreno stesso la linea Nord-Sud segnata sul piano.

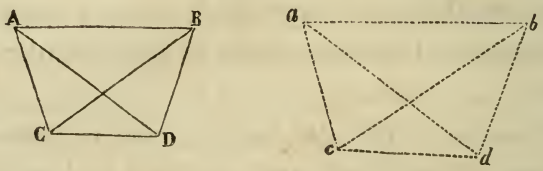
Vuolsi ancora avvertire che quando debbasi tracciare la meridiana sopra un piano, sul quale (stabilita la base giusta una direzione arbitraria) la determinazione de'punti della rete venne fatta con goniografi, si orienteranno dapprima le linee del piano con quelle del terreno nel modo testè indicato, e quindi si traccierà la meridiana co'mezzi dianzi spiegati.

Scorgesi dai metodi sovra esposti circa alla determinazione della linea meridiana, come delicata e difficile riesca una tale operazione; e come ancora que'metodi stessi non consentano di conseguire una rigorosa esattezza, siccome si può ottenere coi processi astronomici. Onde vuolsi attentamente considerare che ogniqualvolta si potrà trascegliere, per la base della rete topografica, un lato della rete geodetica, non solo si eviterà e la misura della base stessa e la determinazione della meridiana, ma si otterrà altresì un orientamento preciso, trovandosi il lato di già orientato coi mezzi rigorosi. Il voler dunque determinare una linea meridiana coi metodi puramente topografici, quando questa sia già altrimenti somministrata in modo esatto, è un voler andare incontro ad inutile e fastidioso lavoro, senza poter raggiungere quel grado di esattezza che solo si può conseguire coi metodi astronomici.

Succede talvolta che i punti della triangolazione geodetica sono situati su montagne altissime, non sempre praticabili in tutte le stagioni: se da un lato determinato da due di questi punti inaccessibili si volesse dedurre una distanza accessibile che servir potrebbe di base, converrebbe in tale circostanza risolvere il seguente problema:

Data la distanza inaccessibile AB *(fig. 50), determinare la distanza fra i punti accessibili* C *e* D, *dai quali sono visibili i punti* A *e* B.

Fig. 50.



Si misurino gli angoli ACB, BCD, CDA, ADB, e si supponga costrutta sopra una distanza arbitraria *cd* una figura *abcd* simile a ABCD, e si calcolino i lati *db* e *da* dei triangoli *cdb*, *cda*, nei quali sono cogniti gli angoli misurati e la distanza *cd* già fissata a piacimento. Quindi si potrà calcolare il lato *ab* del triangolo *abd*, nel quale si conosceranno i lati *ad* e *bd* e l'angolo compreso.

Si ottiene così il lato CD dalla proporzione

$$ab : cd :: AB : CD$$

e

$$CD = \frac{cd + AB}{ab}$$

Esempio sia $AB = 3843^{m},64$

$cd = 5000^{m}$ (fissata ad arbitrio)

$ACB = 72°.47'.10''$

$BCD = 38°.14'.20''$

$CDA = 37°.12'.40''$

$ADB = 69°.18'.20''$

si avrà $ACD = 111°.01'.30''$

$CAD = 31°.45'.50''$

$$CBD = 35^{\circ}.14'.40''$$

e $$db = \frac{cd \times sen.bcd}{sen.cbd} = \frac{5000^{m} \times sen.38^{\circ}.14'.20''}{sen.35^{\circ}.14'.40''} = 5362^{m},83$$

$$ad = \frac{cd \times sen.acd}{sen.cad} = \frac{5000^{m} \times sen.111^{\circ}.01'.30''}{sen.31^{\circ}.45'.50''} = 8865^{m},77$$

e $$tang.\tfrac{1}{2}(dba - dab) = \frac{(ad - db)\, tang.\tfrac{1}{2}(dba + dab)}{ad + db}$$

$$= \frac{3502,94 \times tang.55^{\circ}.20'.50''}{14228^{m},6}$$

$$\tfrac{1}{2}(dba - dab.) = 19^{\circ}.36'.15'',8$$

$$dba = 74^{\circ}.57'.05'',8$$

$$dab = 35^{\circ}.44'.34'',2$$

$$ab = \frac{ad \times sen.adb}{sen.dba} = \frac{8865,77 \times sen.69^{\circ}.18'.20''}{sen.74^{\circ}.57'.05'',8} = 8588^{m},25$$

ed infine $$CD = \frac{AB \times cd}{ab} = \frac{3843,64 \times 5000}{8588,25} = 2237^{m},73$$

§ 51. Posizione de'punti di una rete trigonometrica riferita a due assi ortogonali.

Quando la determinazione de'punti della rete è fatta con goniografi, cioè che i punti vengono a mano a mano tracciati sul piano, dopo aver segnato sul medesimo la linea meridiana, la posizione di cadun punto rimarrà determinata per rispetto a questa linea. Ma quando la determinazione dei punti della rete vien fatta con goniometri, ciò che costituisce una rete trigonometrica, convien fissare, dopo aver segnata la meridiana sul terreno, la posizione de'varii punti, basandosi tanto su questa linea quanto sulla perpendicolare. A questo fine è necessario conoscere almeno l'*azimuto* di un lato, ossia l'angolo che fa un lato colla linea meridiana.

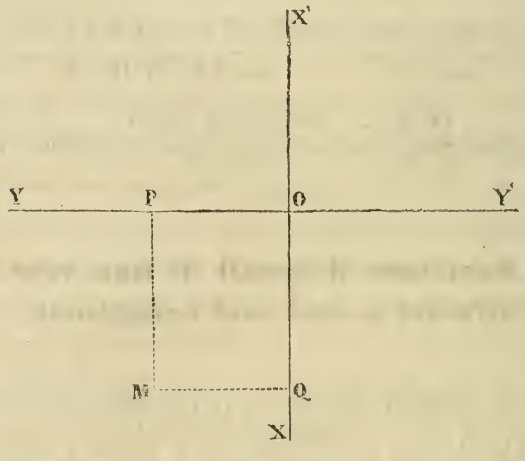
Sarà facile in allora calcolare trigonometricamente le di-

stanze di tutti i punti della rete (come si osserva nell'esempio seguente), tanto dalla meridiana quanto dalla sua perpendicolare.

Prima però di spiegare le norme che si debbono seguire per calcolare le distanze di tutti i punti della rete, dalla meridiana e dalla perpendicolare, si reputa opportuno premettere alcune nozioni sulla posizione di un punto relativamente a due rette perpendicolari l'una all'altra.

Siano XX' e YY' due rette perpendicolari, la cui posizione è data sopra di un piano (fig. 51), e M un punto da cui si

Fig. 51.



voglia determinare la posizione nello stesso piano. Se dal punto M si abbassano le perpendicolari MP, MQ, egli è evidente che la sua posizione sarebbe fissata quando fosse data la lunghezza di queste perpendicolari MP, MQ, che sono i due lati del rettangolo MPOQ. E diffatti se dai punti Q e P a distanze OQ= PM e OP=QM, s'innalzano le perpendicolari PM e QM, il punto d'incontro di queste perpendicolari determinerà la posizione del punto M.

Le rette XX', YY' si chiamano *assi ortogonali*. La distanza

MP=OQ, dal punto M all' asse YY' si chiama *ascisse*; e quella MQ=OP dicesi *ordinata*. Queste due distanze considerate contemporaneamente prendono il nome di *coordinate* del punto M. L'ascisse s'indica sempre algebricamente con x e l'ordinata con y. L'asse XX' si chiama l'*asse delle ascisse* ossia l'*asse di x;* perchè è su questo asse che si porta la coordinata X=OQ=MP. Per la stessa ragione l'asse YY' si chiama l'*asse delle ordinate*, o l'*asse di y*. Il punto O si dice *l'origine delle coordinate.*

Secondo le norme sovra adottate, si avranno per la posizione di M le equazioni: x=MP e y=MQ.

In generale, le equazioni

$$x=a,\ y=b$$

caratterizzano la posizione di un punto qualunque, e si chiamano le *equazioni del punto.* Le quantità a e b non vanno considerate soltanto rispetto al loro valore assoluto o numerico, ma eziandio rispetto al segno di cui sono affette, poichè secondo il principio già adottato nel trattato di Trigonometria rettilinea, se si considerano come positive le distanze portate da O verso X e da O verso Y, si dovranno ragguardare come negative tutte le distanze portate in senso opposto, cioè da O verso X' e da O verso Y'. Ne segue adunque che mettendo in evidenza il segno, del quale possono essere affette le coordinate di un punto in una posizione qualunque, si avrà:

1° Per i punti che si trovano nell'angolo YOX....$x=+a; y=+b$

id. id. YOX'.....$x=-a; y=+b$

id. id. Y'OX'....$x=-a; y=-b$

id. id. Y'OX.....$x=+a; y=-b$

Se il punto si trova sull'asse di x si avrà

$$x=+a \quad y=o$$

$$x=-a \quad y=o$$

Se invece si trova sull'asse di y sarà $y=+b \quad x=o$

$$y=-b \quad x=o$$

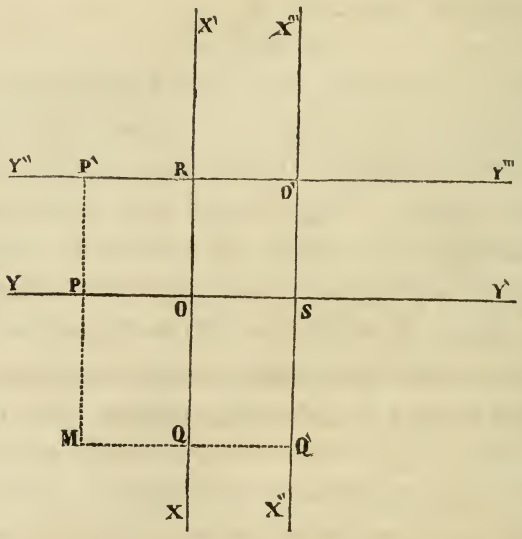
Infine, se il punto coincide coll'origine O, si avrà:

$$x=o \quad y=o.$$

Nel calcolo delle coordinate occorre sovente di trasportare l'origine dal punto O (fig. 52) in un altro punto O', mantenendo gli assi parallelamente ai primi. Sarà dunque necessario risolvere il seguente quesito:

Essendo date le coordinate MP$=x$ *e* MQ$=y$ *di un punto* M *per rispetto all'origine* O, *determinare le coordinate* MP'$=x'$ *e* MQ'$=y'$ *dello stesso punto* M, *relativamente ad un'altra origine* O', *mantenendo gli assi* X''X''' *e* Y''Y''' *rispettivamente paralleli ai primi.*

Fig. 52.



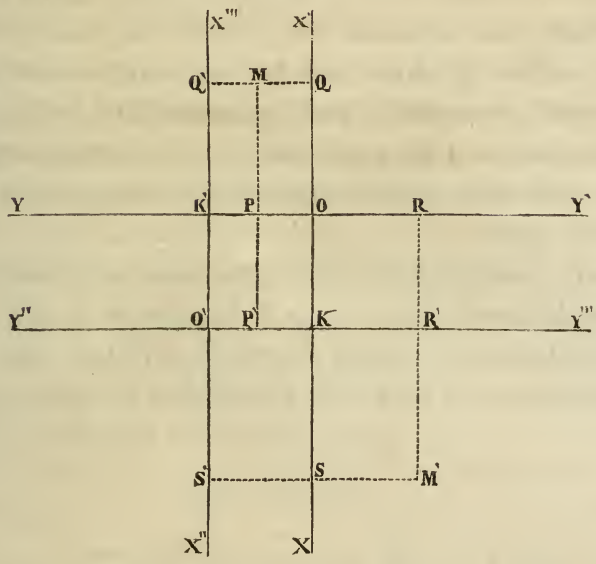
Si chiamino p e q le lunghezze OR e OS, che non sono altro che le coordinate del punto O, per rispetto alla nuova origine O'; si avrà per le nuove coordinate x' ed y' del punto M,

$$x' = MP' = MP + PP' = MP + OR \text{ ossia } x' = x + p$$
$$y' = MQ' = MQ + QQ' = MQ + OS \quad » \quad y' = y + q$$

Con queste formole generali si potrà trasportare l'origine da O in O' (fig. 53), qualunque sia la posizione di quest'ultimo punto per rispetto all'origine O; purchè si abbia l'avvertenza

di dare ai valori particolari di x, y, p e q il segno che loro compete.

Fig. 53.



Se ad es. O' è la nuova origine, e OK$=350^m$ OK'$=200^m$; si avrà, supponendo MQ$=130^m$, e MP$=320^m$; $x=-320^m$, $y=130^m$, $p=-350^m$, $q=-200^m$. Per conseguenza le coordinate di M, relativamente alla nuova origine, saranno:

$$x'=x+p=-320-350=-670$$
$$y'=y+q=130-200=-70$$

Parimenti, se si suppone M'R$=920^m$ e M'S$=260^m$, si avrà per il punto M', $x'=920^m$, e $y=-260^m$; e le coordinate di M', riferite alla nuova origine, saranno:

$$x=920-350=570$$
$$y'=-260-200=-460$$

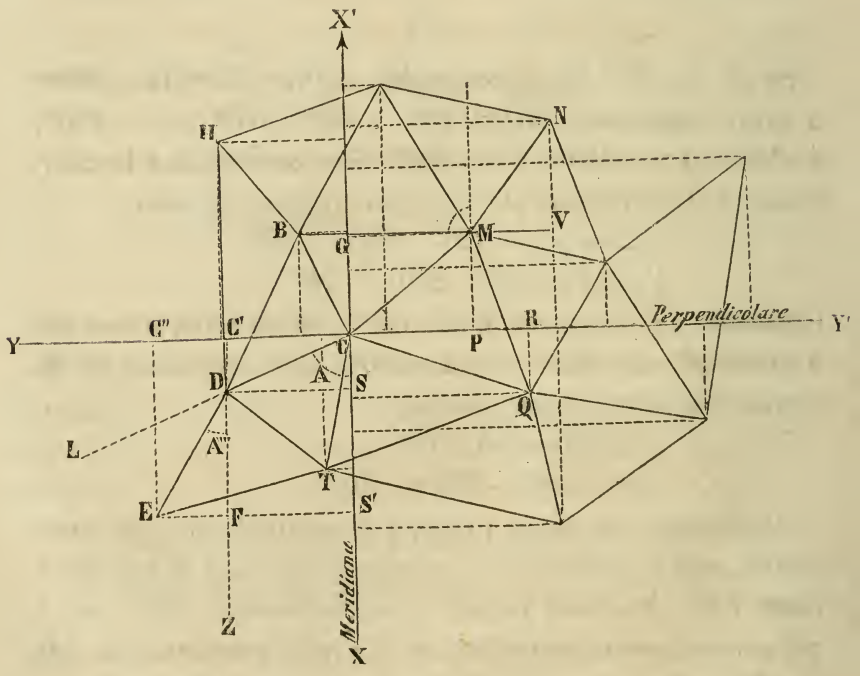
Applicando ora questi principii ai punti di una rete topografica, egli è evidente che prendendo per asse di x la meridiana XX', che passa per un punto qualunque della rete, e per asse di y una perpendicolare YY' alla meridiana (fig. 54), e calcolando le coordinate di tutti i punti della rete topografica, si otterrebbe la posizione di questi punti per rispetto

ai quattro punti cardinali, che sono determinati dalla meridiana e dalla perpendicolare, e per conseguenza l' intiera rete sarà orientata.

Acciocchè i segni + e —, de' quali vanno affette le coordinate rettangolari, dipendano dal calcolo medesimo, si è convenuto di contare gli azimuti dei lati che concorrono in uno stesso punto C, partendo dal Sud della meridiana, ove si suppone posto lo zero della graduazione, e procedendo dal Sud all'Ovest: onde in tal caso Y rappresenterà il seno, ed X il coseno dell'azimuto.

Mediante la misura diretta dell'azimuto di un sol lato, il quale si ottiene misurando l'angolo che il lato stesso fa colla meridiana, si deducono gli azimuti di tutti gli altri lati della rete, e per conseguenza le coordinate rettangolari di ciascun punto.

Fig. 54.



Sia C l'origine delle coordinate di una rete trigonometrica, e

chiamisi A l'azimuto del lato CD che si misura direttamente. Si ha dal triangolo rettangolo CDS, per le coordinate del punto D

$$x = CS = CD \times cos.A$$
$$y = DS = CD \times sen.A$$

Parimenti se si designano per A', A'', A''', gli azimuti di tutti i lati BC, MC, QC, che si appoggiano direttamente all'origine delle coordinate, si otterranno le coordinate x e y dei punti B, M, Q, facendo successivamente il prodotto dei lati BC, MC e QC pel coseno, e per il seno dell'azimuto.

E di fatto si ha per le coordinate del punto B:

$$x = -CG = -BC \times cos.BCG$$
$$y = BG = BC \times sen.BCG$$

Se A' è l'azimuto del lato BC, si avrà:

$$BCG = 180^{o} - A'$$

$$\text{e } cos.\,BCG = cos.\,(180 - A') = -cos.A'$$

$$sen.BCG = sen.(180 - A') = sen.A'.$$

Sostituendo questi valori nelle suddette equazioni, si otterrà:

$$x = -BC \times -cos.A' = BC \times cos.A'$$
$$x = BC \times sen.A'.$$

Si dimostrerebbe in modo analogo, che designando per A'' A''' l'azimuto dei lati MC e QC, si avrebbe:

Per le coordinate del punto M,

$$x = MC \times cos.A'$$
$$y = MC \times sen.A''$$

e per le coordinate del punto Q:

$$x = QC \times cos.A'''$$
$$y = QC \times sen.A'''$$

Gli azimuti A', A'', A''' si deducono direttamente da A, poichè si ha:

$$A' = A + DCB$$

$$A'' = A + DCB + MCB = A' + MCB$$

e così di seguito.

Prendasi ora il punto E del triangolo DET che non appoggia all'origine degli assi. Le coordinate del punto D sono cognite, perchè questo punto appartiene al triangolo che si appoggia direttamente all'origine C.

Se s'immaginano pel punto D condotti due assi paralleli alla meridiana XX', ed alla perpendicolare YY'; e si chiami A'''' l'azimuto del lato ED, si avrà per le coordinate x e y del punto E riferite all'origine in D:

$$x = ED \times cos.A''''$$

$$y = ED \times sen.A''''$$

Trasportando poscia l'origine da D in C e designando per p e q le coordinate cognite del punto D, si otterrà infine per le coordinate x' e y' del punto E relativamente alla vera origine C:

$$x' = x + p = ED \times cos.A'''' + p$$

$$y' = y + q = ED \times sen.A'''' + q$$

Non rimane che a determinare l'azimuto A''''. Per tale effetto si prolunghi CD fino in L, si avrà:

$$A'''' = A - EDL$$

$$\text{ma } EDL = 180 - EDC = 180^{\circ} - (EDT + TDC)$$

dunque

$$A'''' = A - 180^{\circ} + EDT + TDC.$$

Continuando in tal guisa i calcoli si troverebbero le coordinate di tutti i punti della rete trigonometrica. Il loro valore vien poi inserto in apposito specchio simile al seguente:

Specchio

DELLE COORDINATE RETTANGOLARI DEI PUNTI DELLA RETE TOPOGRAFICA

DESIGNAZIONE DEI PUNTI	Y DISTANZA IN METRI DALLA MERIDIANA	X DISTANZA IN METRI DALLA PERPENDICOLARE
(A) Estremità Est della base *(origine delle coordinate)*.	0	0
(B) Estremità Ovest della base.	+ 1239,11	+ 571,59
(C) Campanile.	+ 947,05	— 665,60
(D) Segnale.	— 672,19	+ 1584,24
(E) Torre.	— 514,19	— 3542,17
(F) Segnale.	+ 2407,30	— 1975,62
(G) Campanile.	+ 2227,23	— 3274,49

Si avverta infine che tale metodo di calcolare le coordinate è applicabile ad una rete puramente topografica soltanto, cioè di un'estensione nei limiti prestabiliti dal § 6, in cui non si tiene conto della sfericità della terra. Nel caso di una grande rete trigonometrica, bisognerebbe ricorrere ai mezzi geodetici.

Per una grande rete geodetica, l'origine degli assi è per l'ordinario il centro dell'Osservatorio astronomico stabilito nella Capitale dello Stato: per una rete topografica si potrà scegliere uno dei punti più rimarchevoli del terreno da levare.

Conosciute le coordinate di ciascun punto, si rapporta caduna distanza Y ed X ridotta, secondo il rapporto della scala, come venne spiegato al § 38; avvertendo ch'egli è necessario traspor-

tare l'origine delle coordinate ad uno degli angoli del quadro del foglio sul quale si vuole operare, e prendere per novelli assi i lati stessi di quest'angolo, i quali trovansi l'uno nella direzione Nord-Sud e l'altro nella direzione Est-Ovest. Stabiliendo le coordinate della nuova origine degli assi per rispetto alla meridiana ed alla perpendicolare, e conoscendo quelle altresì del punto da rapportarsi, riferite alle stesse linee, sarà facile dedurre le coordinate del punto stesso relativamente alla nuova origine.

§ 52. Piani regolari e piani speditivi.

Compiuta la rete topografica, si procede alla levata dei particolari, la quale si opera secondo i precetti che verranno a mano a mano additati negli articoli seguenti. Solamente occorre qui avvertire che l'operazione della levata dei piani topografici può essere di due specie, cioè: *regolare* o *speditiva*. *Regolare* si chiama, allorchè l'operatore è munito di strumenti topografici che danno risultati esatti; e d'altronde le circostanze di tempo e di luogo gli concedono di procedere con tutta la precisione, di cui simile operazione è suscettibile. *Speditiva* all'incontro è detta la levata allorchè devesi eseguire in breve lasso di tempo, e quindi si adoprano istromenti nella cui costruzione più s'ebbe di mira la celerità del lavoro ed il facile trasporto, che non l'esattezza dei risultati. Questa seconda specie di levata di piani occorre particolarmente nel corso di una guerra, ove spesso l'ufficiale è posto nella necessità di levare il piano d'un terreno ad un dato scopo militare, potendo disporre di poco tempo e dei soli mezzi che le circostanze gli possono offerire. Nel primo caso il piano che si ottiene dicesi *regolare*, nel secondo *speditivo*.

Quando poi non si faccia uso di verun istrumento, la levata dicesi *a vista*.

§ 53. Stromenti per la levata dei piani.

I principali stromenti che si usano oggigiorno nelle levate regolari sono: lo *squadro*, il *grafometro*, la *bussola topografica* e la *tavoletta pretoriana*. Per le levate speditive si fa uso d'ordinario della *tavoletta portatile di campagna*, degli stromenti così detti a *riflessione*, quali sono i *sestanti*, e di alcuni altri portatili che si descriveranno all'articolo delle levate speditive.

Oltre agli strumenti succitati, altri semplicissimi vengono impiegati per la misura delle distanze, e sono: la *catena metrica*, la *canna metrica* e la *stadia*.

Esaminando in singoli articoli i diversi stromenti ed i modi di eseguire la levata del terreno con ognuno di essi, si ricorderà pertanto che qualunque sia il genere di levata, la rete topografica sarà sempre in ogni caso la prima ed indispensabile operazione d'ogni intraprendimento topografico, osservando per altro che la rete stessa dev'essere sempre subordinata al genere di levata, cioè che per una levata regolare vuolsi fissare la rete con molta precisione, mentre nelle levate speditive verrà questa determinata più o meno esattamente, secondo i mezzi ed il tempo, de' quali si potrà disporre. Egli è questo un principio, dal quale non deve giammai allontanarsi chi vuole operare giusta i veri dettami della scienza.

ARTICOLO SECONDO

Stromenti per la Misura delle Distanze e Soluzioni Geometrico-Pratiche sul Terreno.

—

Generalità sulla misura delle distanze. — Tracciamento degli allineamenti. — Misura delle distanze colla canna e colla catena metrica. — Problemi vari di geometria pratica.

—

§ 54. Generalità sulla misura delle distanze.

Levando un piano, fa mestieri conoscere la lunghezza o *distanza* da un punto ad un altro. Ognuno facilmente comprenderà quanto lungo ed inutile lavorio sarebbe il voler calcolare tutte le distanze colle forme trigonometriche, come si opererebbe per una rete trigonometrica. Nella levata de' varii particolari, la quale è circoscritta dai triangoli della rete, e perciò non suscettibile di gravi errori, la misura delle piccole distanze si opera effettivamente sul terreno per mezzo degli stromenti summentovati, cioè della *catena metrica*, della *canna metrica* e della *stadia*, e talvolta col *passo ordinario dell'uomo*, quando si tratti delle levate speditive. Le distanze così misurate vogliono essere ridotte all'orizzonte, al pari delle misure degli angoli, cioè proiettate orizzontalmente sul piano.

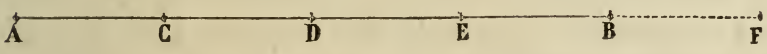
In quest'articolo si tratterà della misura delle distanze colla canna e catena metrica, rimettendo a luogo più opportuno la descrizione della stadia, siccome quella che per essere ben compresa, richiede la conoscenza de' cannocchiali con micrometro.

§ 55. Tracciamento degli allineamenti.

La misura di una distanza qualsiasi esige che ne sia dapprima segnata la direzione sul terreno. Questa direzione chiamasi *allineamento*, e l'operazione, per mezzo della quale si segna sul terreno, dicesi *tracciamento dell'allineamento*. Ecco come si opera a tal riguardo.

Per segnare un allineamento sul terreno in una direzione qualsiasi, si pianta una *biffa* o *palina* (*a*) nel punto di partenza A (fig. 55) ed una seconda in un altro punto C; poscia camminando in una direzione determinata dalle due paline A,C, si conficca verticalmente nel suolo una terza palina D, osservando che la visuale che passa per quest'ultima, e per quella C, vada pure a ferire la prima in A, e si continua in tal modo finchè sia compiuto l'allineamento.

Fig. 55.



I piani delle mire devono disporsi perpendicolarmente alla visuale, e gli assi geometrici delle paline devono determinare un piano verticale, la cui intersezione col terreno sarà una linea qualunque; ma la proiezione di questa su di un piano orizzontale sarà sempre una retta.

D'ordinario la direzione dell' allineamento da tracciarsi è determinata da due punti del terreno; in tal caso essendo due gli

---

(*a*) Le biffe o paline sono bastoni dritti della lunghezza di un metro circa, aguzzati ad un'estremità, ordinariamente munita di una punta in ferro, e spaccati all'altra estremità onde potervi fissare un quadretto di legno che chiamasi *scopo* o *mira*. Queste biffe si conficcano verticalmente nel suolo.

Se le paline hanno i loro fusti ben diritti, sarà meglio che la visuale vada radendo a destra od a sinistra i fusti delle paline; diversamente basterà che passi pei punti di mezzo delle mire collocate sulle loro cime, avendo cura di piantarle in modo che la testa ed il piede di tutte siano nello stesso piano verticale.

operatori, quello che dirigerà l'operazione, dopo di aver fatto piantare una palina in ciascuno dei due punti A e B (Fig. 55), stando coll'occhio dietro la palina A, e mirando la corrispondente B, farà avanzare, con una palina, l'altro operatore fra A e B verso il sito in cui vorrà che si collochi una nuova palina, e con cenni della mano lo farà appoggiare ora a destra ora a sinistra, finchè la nuova palina C cadrà nella visuale AB; allora con altro cenno farà conficcare la palina verticalmente nel suolo (se ne riconosce la verticalità col filo a piombo). Piantata questa terza palina, il secondo operatore potrà continuare da sè l'allineamento fino al suo termine, oppure colla cooperazione del primo.

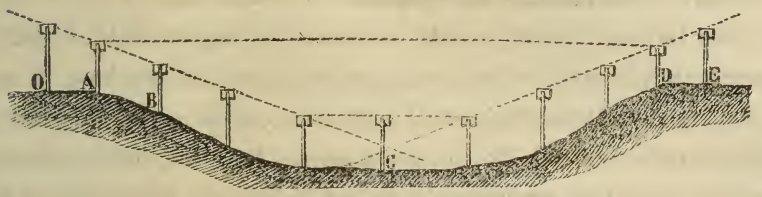
Egli è facile scorgere come in tal caso anche un solo operatore potrebbe tracciare l'allineamento, incominciando a piantare tre paline, la prima in A, la seconda in B e la terza in F al di là del punto estremo B, per potersi quindi collocare in E sulla direzione fissata dalle paline F e B.

Fig. 56.

Se si dovesse prolungare un allineamento AB lungo una salita DM (Fig. 56), si pianterebbe al piede della medesima una palina D sulla direzione della linea AB; quindi un'altra E sulla pendenza, in modo che la visuale che passa per la sommità *e*, *d* passi eziandio pel piede o per uno dei punti della palina B; ciò fatto, le due biffe D *d*, E *e*, serviranno di norma per prolungare la linea sino alla vetta. Qui giunti, si potrà accertarsi dell'esattezza dell'operazione, piantando la biffa M *m*, ed osservando se la visuale

che passa per la sommità *m* e *g* va a battere in qualche biffa collocata nella pianura. Se dalla vetta poi si volesse prolungare l'allineamento al di là di M (supposto un terreno piano), si pianterebbe una biffa N un po' più alta delle altre ed a distanza tale, che il raggio visuale, che parte da questa e passa per *m*, copra la sommità della biffa D, come si vede nella figura 56. Allo

Fig. 57.



stesso modo si procede per segnare un allineamento lungo una discesa, e così pure attraverso una valle, conducendo cioè la linea A, B, C, D, E, (fig. 57) scendendo in C e salendo in D, come si è detto precedentemente, ed avendo cura di allineare, giunti in E, le due biffe D ed E con quelle A ed O collocate sul poggio opposto.

§ 56. Misura delle distanze colla canna metrica.

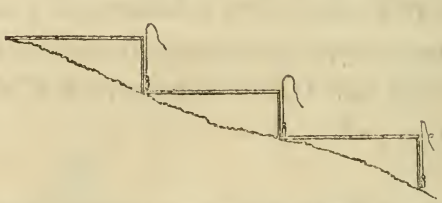
Tracciato un allineamento sul terreno, se questo è piano, se ne ottiene agevolmente la misura colla canna metrica, misurando successivamente la distanza fra le biffe, ed infine le frazioni di metro, se ve ne hanno, col metro portatile.

Per maggior precisione e comodo si suol far uso di due canne di pari lunghezza, comunemente di due o tre metri. Il canneggiatore colloca la prima canna con un capo al punto di partenza, sulla retta che deve misurare in direzione delle paline piantate lungo la medesima; quindi camminando lungo questa, tiene per un capo la seconda canna, e pervenuto all' estremo

della prima, la colloca lungo lo stesso allineamento, in modo che i due estremi delle canne si tocchino leggermente; poi prendendo, sempre colla mano destra, la prima canna, la solleva gridando *uno*, e camminando lungo l'allineamento la colloca a suo tempo dopo la seconda, e, prendendo questa, grida *due*: continua così fino al termine della linea da misurarsi. Il prodotto del numero totale delle canne pel numero di metri di cui ciascuna delle medesime è lunga, più le frazioni di metro, misurate come testè si è detto, darà la misura totale dell'intiero allineamento o distanza.

Nei terreni inclinati, onde agevolare la misura delle distanze orizzontali di qualche importanza, come sarebbe una base, si applica perpendicolarmente all' estremità della canna, verso il basso, una riga (fig. 58): quando questa riga sia resa verticale mercè di un filo a piombo, la canna stessa sarà orizzontale. Con

Fig. 58.



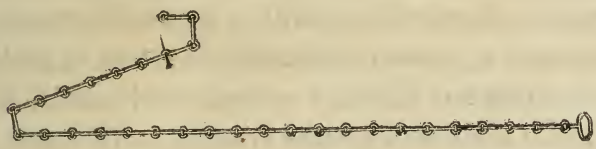
questo metodo si evita il calcolo della riduzione all' orizzonte. Le canne si dispongono però generalmente orizzontali senza l'aiuto del filo a piombo, servendosi dell'una canna per segnare la verticale all'estremità dell'altra che disponsi orizzontale semplicemente ad occhio. Coll'esercizio si perviene a non commettere errori sensibili nell'eseguire tali operazioni (*a*).

(*a*) Si omettono i metodi impiegati nella misura delle basi geodetiche, perchè essi non possono trovar sito in un trattato di Topografia.

§ 57. Misura delle distanze colla catena metrica.

La catena metrica di cui si fa uso nella Planimetria è formata di parti eguali di filo di ferro alquanto grosso riunite fra loro da anelli. La lunghezza d' ognuna di queste parti è di due decimetri fra centro e centro di due anelli consecutivi; cinquanta sono per l'ordinario le parti di questa catena ,

Fig. 59.



onde essa ha un decametro di lunghezza. Però vi si danno ordinariamente cinque millimetri oltre i dieci metri per compensare lo spessore dei piuoli in ferro (*fiches*), contro cui si appoggia la catena nella misura come si dirà in appresso. Gli anelli sono in ferro, eccettuati quelli da metro a metro che sono in ottone. Per tendere la catena sul terreno, si applica a caduna estremità della catena stessa, una maniglia che fa parte della lunghezza totale. Siccome lo sforzo che si esercita incessantemente sulla catena per tenderla, potrebbe talvolta allungarla, così bisogna sottoporla sovente ad una attenta verificazione; anzi nelle grandi operazioni catastrali in cui si fa molto uso della catena, il geometra ha cura, prima di principiare il suo lavoro, di assicurarsi, mercè di un campione , che essa abbia esattamente la lunghezza di $10^{m},005$. Ciò fatto, ei segna lungo un muro questa lunghezza e presenta cadun giorno la catena a questo secondo campione per riconoscere se vi è occorsa variazione.

Unitamente alla catena metrica si adoperano *piuoli* o *mastietti*, cioè piccoli picchetti in ferro abbastanza solidi a non cedere quando vengono conficcati nel terreno : la loro lunghezza è compresa d'ordinario fra i due e tre decimetri onde poterli meglio fissare verticalmente, ed ottenere in tal guisa una misura più precisa colla catena.

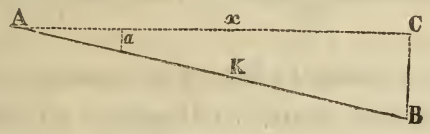
La misura d'una distanza colla catena metrica si opera nel modo seguente: partendo dalla prima palina dell' allineamento tracciato, il misuratore impugna una delle maniglie della catena e l'appoggia al punto di partenza, ed il suo aiutante che tiene tutti i piuoli, impugna l'altra estremità e tende la catena nella direzione prestabilita, seguendo i cenni della mano fattigli dal misuratore. Quindi, tesa che sia la catena, quest'ultimo conficca nel terreno un piuolo all'estremità, e dentro la maniglia; dopo di ciò entrambi si alzano e trasportano la catena lungo l'allineamento che misurano. Giunto il misuratore al piuolo, fa cenno all'aiutante di fermarsi, appoggia l'estremo della catena attorno questo piuolo, e l'altro ripete l'operazione piantandone un secondo; e continuano così entrambi, finchè tutti i piuoli siano passati in mano al misuratore che li raccoglie ogni volta che avrà fatta la misura di una catena. Allorchè il primo operatore sarà giunto all'ultimo piuolo, il secondo dopo d'aver distesa la catena la abbandona, viene a ritirare dall'altro tutti i piuoli , e questi tien nota di tale consegna che egli chiama una *portata*, il cui valore sarebbe di 100 metri, se 10 fossero i piuoli. Giunti al termine della linea, per conoscere il totale della misura, si moltiplica il numero dei piuoli di ogni portata pel numero delle portate; a questo prodotto si aggiunge il numero dei piuoli che il primo ha ritirati dopo l'ultima consegna; questa somma si moltiplica per la lunghezza della catena , ed al nuovo prodotto si aggiunge la parte di essa che manca a compiere la misura, servendosi per le frazioni del metro portatile.

In terreni inclinati converrà misurare la lunghezza della pendenza, e la sua inclinazione, vale a dire l'angolo che fa coll'orizzonte, e quindi calcolare la proiezione, perchè se si

volesse tenere sospesa la catena in posizione orizzontale, questa si curverebbe sotto il proprio peso, e la misura perciò verrebbe alterata.

Suppongasi che sia AB la lunghezza inclinata (fig. 60); si misuri questa dopo averne ben tracciata la direzione, come pure l'angolo a, cioè l' angolo d' inclinazione (con un apposito stromento, come si vedrà in appresso). Si avrà allora la proporzione $1 : cos.a :: K : x$; onde la proiezione x della lunghezza K misurata, sarà uguale a K $cos.a$.

Fig. 60.



Null'altro rimane a dirsi sulla misura delle distanze se non che, trattandosi di misure essenziali come basi topografiche o altre linee importanti, converrà operare la misura due o tre volte, ora in un senso, ora in senso opposto, ed osservare a tal riguardo quanto venne spiegato al § 47 sulla misura della base.

§ 58. Problemi varii di Geometria pratica.

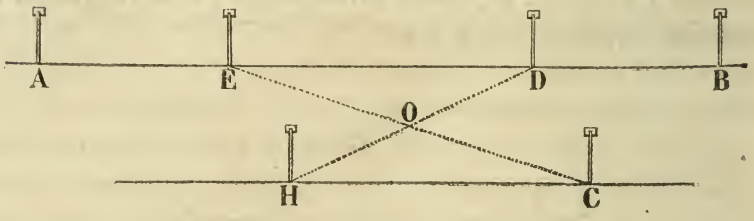
La misura delle distanze offre l'occasione di porgere la soluzione, per via di mezzi pratici, di varii problemi cui ognuno, e più specialmente l' uffiziale in campagna, può soventissimo trovarsi nella circostanza di dover risolvere, come ad esempio condurre sul terreno perpendicolari o parallele od altre linee, misurare la larghezza d' un fiume, od altra inaccessibile distanza, calcolare altezze diverse ecc. Si reputa perciò utile di compendiare qui in appresso le soluzioni de' principali problemi di tal genere.

Tracciamento di rette (*a*).

1° *Da un punto dato* C *condurre una parallela alla retta* AB.

1ª *Soluzione.* Supposta la retta accessibile in tutti i suoi punti, si piantino due biffe E e D (fig. 61) sulla direzione AB;

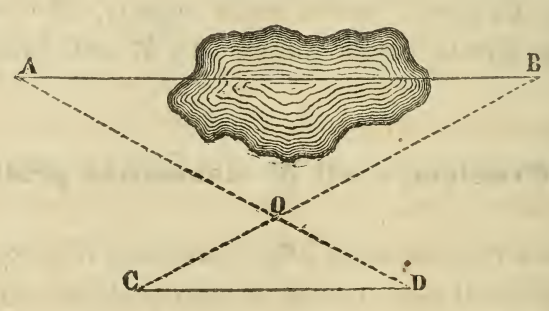
Fig. 61.



misurata quindi la distanza EC, se ne prenda la metà EO; si prolunghi DO di una quantità OH uguale alla stessa DO ; la retta CH sarà parallela alla retta AB.

2ª *Soluzione.* Supposta la retta solamente accessibile alle due estremità (fig. 62), si unisca il punto D con C, e si conduca

Fig. 62.



dall' altra estremità A una retta che tagli BC, a conveniente distanza da C: si misurino quindi le rette AO, BO , CO e si

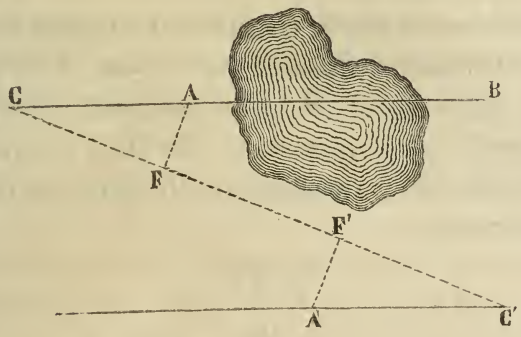
---

(*a*) Importa avvertire che nella soluzione di questi problemi non è di assoluta necessità segnare i punti con biffe, purchè siano i medesimi sufficientemente determinati.

prolunghi AO della quantità $OD = \frac{AO \times OC}{BO}$, cioè che si abbia la proporzione BO:AO::OC:OD; la retta CD risulterà parallela ad AB.

3ª *Soluzione.* Supposta la retta solamente accessibile nel suo prolungamento (fig. 63), si scelga un punto C sul pro-

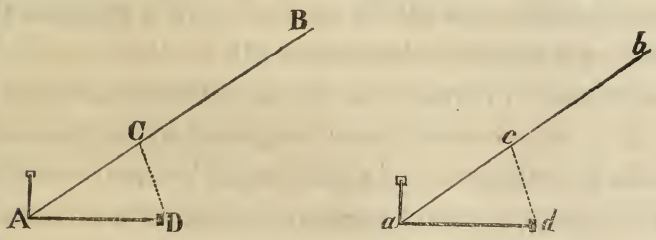
Fig. 63.



lungamento stesso e si unisca con C': si misurino quindi due distanze ad arbitrio CF e FA; e si costruisca con una corda il triangolo C' F' A' eguale a quello CFA; C' A' prolungata sarà la retta parallela ad AB, condotta dal punto prestabilito C'.

4ª *Soluzione.* Col mezzo delle ombre si potrebbe condurre, con una grossolana approssimazione, una retta parallela ad un'altra, operando nel modo seguente :

Fig. 64.



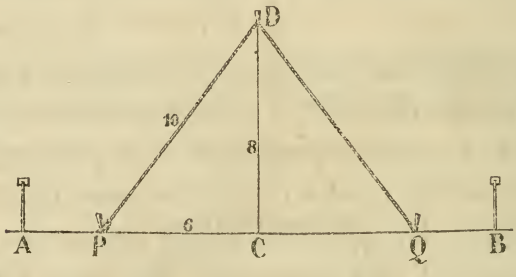
Sia AB la retta, alla quale si vuol condurre una parallela dal punto *a* (fig. 64). Al punto A si pianti una biffa ; si misuri la

lunghezza della sua ombra AD, non che due distanze AC e CD scegliendo ad arbitrio la distanza AC sulla retta AB: quindi trasportandosi al punto *a*, vi si pianti la stessa biffa, oppure un' altra di pari lunghezza, e sopra la sua ombra *ad* eguale a quella AD si costruisca il triangolo *a d c* ad ADC; *ac* prolungata sarà la parallela cercata.

2° *Da un punto* C (fig. 65) *posto sopra la retta* AB *innalzare la perpendicolare* CD.

1ª *Soluzione.* Ad uguale distanza da C si piantino due biffe P e Q, si attacchino a queste i capi di una fune: presa per il punto di mezzo D, si tenderà la medesima sul terreno il più che si potrà; indi si pianterà la biffa D, e si avranno così due punti C e D della perpendicolare, che potrà poi essere prolungata a piacimento.

Fig. 65.



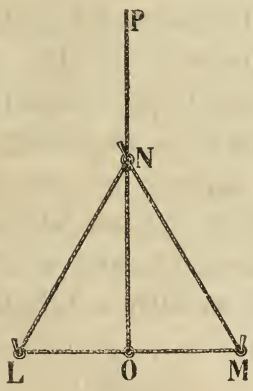
2ª *Soluzione.* A difetto di fune, si prenda sulla retta AB, partendo dal punto C, una distanza CP uguale a 6 unità qualsiansi di lunghezza: quindi con due pertiche, l'una PD lunga 10 delle stesse unità, l'altra CD di 8 unità, si formi il triangolo PDC: il lato CD sarà perpendicolare sopra AB.

In mancanza di pertiche od altro si potranno misurare tali lunghezze in passi naturali; vale a dire segnata la distanza PC di 6 passi, si conteranno, nel senso perpendicolare (*a vista*) alla retta AB, 8 passi; quindi si prenderà a misurare la distanza PD: se essa riescirà della lunghezza di 10 passi interi, il punto D sarà il punto della perpendicolare innalzata da C sulla retta AB; ove essa invece non risultasse di 10 passi esatti,

converrebbe rettificare la direzione e ripetere la misura dei passi sino a che le distanze CD e PD risultassero esattamente, la prima di 8, la seconda di 10 passi.

3ª *Soluzione.* Potrebbesi eziandio far uso, nella soluzione di questo ed altri problemi, dell' apposita *cordicella perpendicolare*, la quale si compone di quattro funi riunite fra loro da tre anelli: tre di queste funi sono eguali in lunghezza, e formano un triangolo equilatero coi tre anelli predetti (fig. 66); la quarta fune è fissa dall'un capo alla metà O della fune LM, e passa entro l'anello N: essa è più lunga delle altre, e tesa da O in P si trova essere perpendicolare a LM.

Fig. 66.



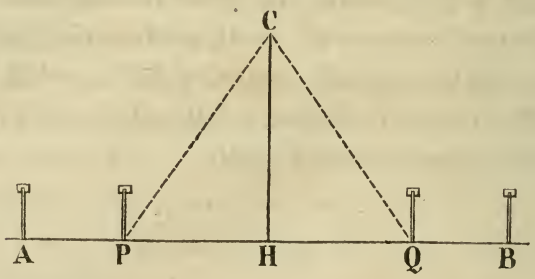
Ond'è che nel caso surriferito, volendo condurre una perpendicolare sopra AB, al punto C (fig. 65), basterà fissare la fune LM sulla retta AB in modo che il punto O coincida col punto C, quindi distendere il triangolo e la fune OP; quest'ultima segnerà la perpendicolare richiesta.

3° *Da un punto* C *accessibile, posto fuori di una retta* AB, *abbassare la perpendicolare su questa retta.*

1ª *Soluzione.* Se piccola è la distanza dal punto C alla retta AB, si pianti una biffa in C (fig. 67), ed attaccandovi il capo di una fune sufficientemente lunga, si tenda questa in

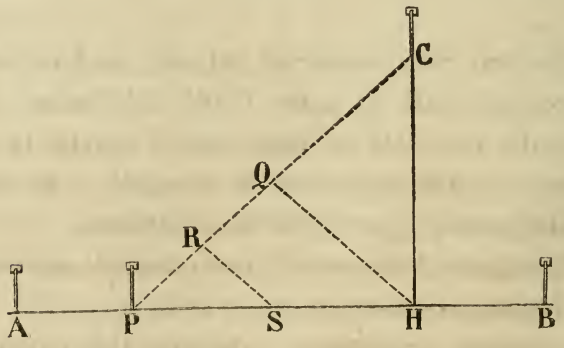
modo che l'altro capo arrivi in un punto P posto sulla retta AB; quindi la stessa fune si tenda pure dalla parte di B, e facciasi che il suo capo arrivi ad un punto Q posto sulla stessa retta AB; la retta CH, condotta da C al punto di mezzo di PQ, sarà la perpendicolare cercata.

Fig. 67.



Se poi grande fosse la distanza dal punto dato alla retta AB, traccisi una retta qualunque CP (fig. 68), e questa si divida in due parti uguali nel punto Q: prendasi sulla retta PC una parte PR, che sia, ad esempio, la metà di PQ; piantisi una biffa in R, vi si attacchi il capo di una fune di lunghezza uguale a PR, la quale si tenderà verso la retta PB. Si segni il punto S ove l'altro capo della corda incontra PB; e finalmente dal punto Q si conduca QH parallela a RS; la retta CH sarà la perpendicolare cercata.

Fig. 68.

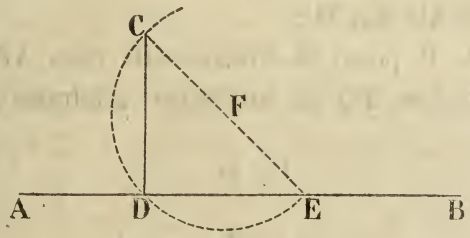


Si potrebbe con maggior facilità segnare il punto H prendendo la distanza PH, tale che sia, rispetto a PS, ciò che PQ

è rispetto a PR; così se, ad esempio, PQ fosse eguale a tre volte PR, si prenderebbe PH uguale a tre volte PS.

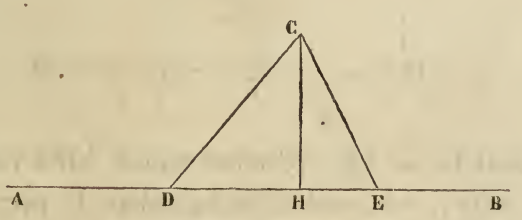
2ª *Soluzione.* Sulla linea data AB si prenda un punto E ad arbitrio (fig. 69); da questo si tiri al punto dato C, da cui si deve abbassare la perpendicolare, la retta EC; si divida questa in due parti uguali EF e FC, e dal punto F, come centro, e con un raggio EF=FC, si descriva con una funicella un arco di circolo, il quale tagli la retta AB. Il punto D d'intersecazione sarà il piede della perpendicolare abbassata dal punto C sopra AB.

Fig. 69.



3ª *Soluzione.* Sia C il punto da cui si vuole abbassare una perpendicolare sulla retta AB (fig. 70). Si unisca C con un

Fig. 70.



punto D qualsiasi della retta AB, e su quest'ultima si porti DE=DC. Si misuri CE.

Da un teorema di geometria si ha:

$$\overline{CD}^2=\overline{CE}^2+\overline{DE}^2-2DE\times HE$$

e nel caso attuale essendo CD=DE si avrà:

$$\overline{CE}^2 - 2DE \times HE = o$$

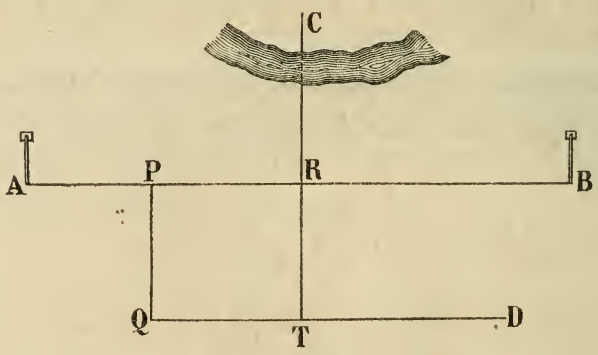
e quindi $$HE = \frac{\overline{CE}^2}{2DE}$$

Portando adunque da E verso D la quantità espressa da $\frac{\overline{CE}^2}{2DE}$ si otterrà il piede H della perpendicolare cercata.

4° *Da un punto* C *inaccessibile abbassare la perpendicolare sopra una retta* AB (fig. 71).

Da un punto P, preso ad arbitrio sulla retta AB, s' innalzi una perpendicolare PQ di lunghezza arbitraria, e condu-

Fig. 71.

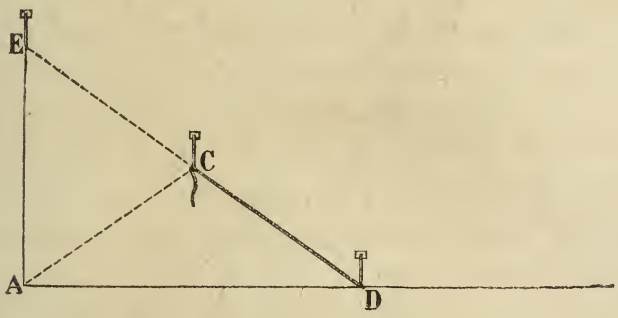


casi QD parallela ad AB; prendasi quindi sulla retta AB un punto R a vista, ove sembra debba cadere la perpendicolare abbassata dal punto C, e prendasi QT eguale a PR; si piantino due biffe, l'una in R e l'altra in T: se la visuale TR passa pel punto C, CR sarà la perpendicolare richiesta; ma se la visuale invece batte fuori del punto C, si trasporteranno le biffe R e T di uguale distanza a destra od a sinistra, finchè vada la visuale TR a battere nel punto C stesso.

5° *Innalzare una perpendicolare all' estremità di una retta che non si può prolungare.*

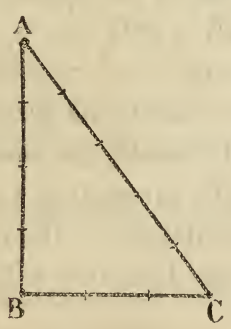
1ª *Soluzione.* Sia AD questa retta (fig. 72), ed A il punto dal quale si vuole innalzare la perpendicolare; si scelga un punto C ad

Fig. 72.



arbitrio fuori della retta AD, e da questo punto si tenda una fune della lunghezza CA in modo che la sua estremità D cada sulla linea AD; si prolunghi quindi CD; si porti su questa retta la parte CE=CD: il punto E si troverà sulla perpendicolare AE cercata.

Fig. 73.

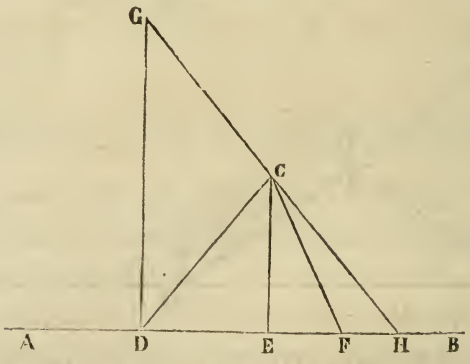


2ª *Soluzione.* Lo stesso problema si risolve ancora nel modo seguente: si divida una fune in tre parti tali, che siano fra loro come 3, 4, 5; si uniscano le due estremità in B (fig. 73) e si faccia coincidere la parte che contiene tre di quelle divisioni, oppure quella che ne contiene quattro, colla base AB; quindi si tenda la fune in modo che le altre due parti for-

mino un angolo in C; questo punto unito a B darà la traccia della perpendicolare cercata.

3ª *Soluzione.* Sia D il punto dato (fig. 74). Si tiri l'allineamento obbliquo ad arbitrio DC e si determini il piede E della perpen-

Fig. 74.



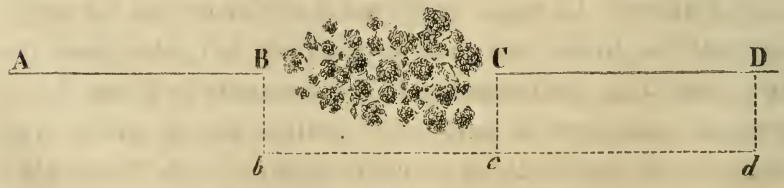
dicolare abbassata dal punto C sopra AB, come venne indicato nella 3ª soluzione del problema 3º. Si porti da E in B la distanza EH=DE e si prolunghi HC di una quantità CG=CH: il punto G si troverà sulla perpendicolare cercata.

6º *Prolungare una retta al di là di un ostacolo.*

1ª *Soluzione.* Sia AB la retta che si vuol prolungare oltre l'ostacolo posto fra B e C.

Dal punto B (fig. 75) s'innalzi B*b* perpendicolare ad AB, sino oltre la larghezza dell'ostacolo; dal punto *b* s'innalzi un' altra perpendicolare sopra B*b;* dai punti *c*, *d* s'innalzino le perpendicolari *c*C, *d*D uguali entrambe a B*b*; i punti C e D si troveranno sul prolungamento della linea AB oltre l' ostacolo.

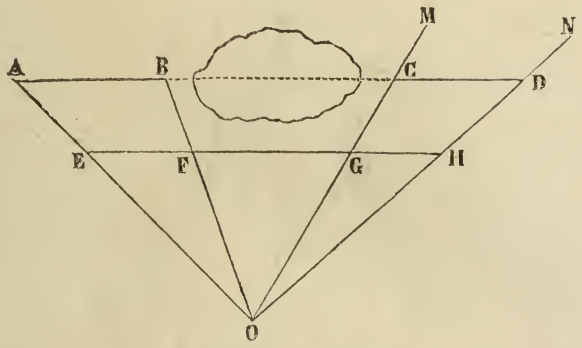
Fig. 75.



2ª *Soluzione.* Sia AB la retta che si vuol prolungare (fig. 76).

Si scelga un punto O ad arbitrio, tale però che dal medesimo si possano condurre quattro allineamenti OA, OB, OM, ON, che

Fig. 76.



intersechino la retta AB ed il suo prolungamento. Si conduca da un punto qualsiasi della retta OA, una retta EH parallela ad AB, in modo però che essa riesca fuori dell'ostacolo (*a*). Se ora si suppone prolungata la retta AB, si avrà dai triangoli simili OBC, OFG, OBD, OFH,

$$OC = \frac{OG \times OB}{OF} \text{ e } OD = \frac{OH \times OB}{OF}$$

Onde portando sull'allineamento OM una distanza $OC = \frac{OG \times OB}{OF}$, e sull'allineamento ON una distanza $OD = \frac{OH \times OB}{OF}$, C e D saranno due punti del prolungamento della retta AB.

PROBLEMI RELATIVI AGLI ANGOLI.

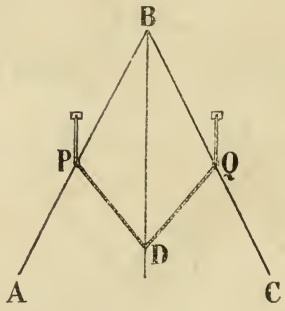
7° *Dividere l'angolo* ABC *in due parti uguali* (fig. 77).

Sopra i lati AB e BC si piantino due biffe P,Q ad uguale

(*a*) Si osservi che per condurre la parallela dal punto E basterà prendere sull'allineamento OB la distanza OF tale, che sia una quarta proporzionale fra le distanze OA, OB, OE.

distanza dal vertice B; ad esse si attacchino i capi di una fune ; si prenda questa per il suo punto di mezzo D, e si tenda

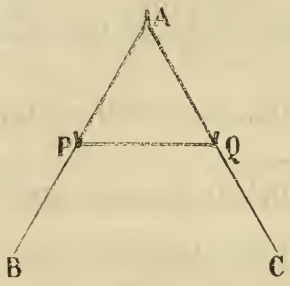
Fig. 77.



sul terreno; la retta BD dividerà l'angolo ABC in due parti uguali.

8° *Condurre una retta* AC *che faccia con* AB *un angolo di 60 gradi* (fig. 78).

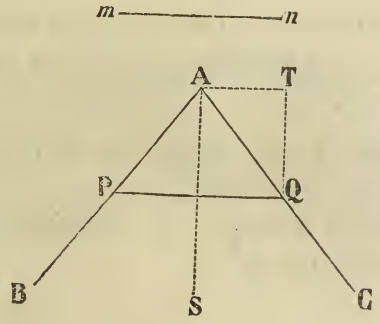
Fig. 78.



Si prenda una funicella e si divida con nodi od altri segni in tre parti uguali; quindi, partendo dal punto A si distenda nella direzione di AB il tratto della fune compreso fra due nodi, e dopo di aver piantati due piuoli o picchetti A e P nel sito dei nodi, si prenda la fune per i due capi, e tendendola quanto più si potrà , in modo però che non scorra attorno ai piuoli, si uniscano i due capi in un punto Q; il triangolo PAQ che ne risulterà, sarà equilatero, onde l'angolo A di 60 gradi.

9° *Cercare sui lati dell'angolo* BAC *due punti* P *e* Q *equidistanti dal vertice* A, *e tali che la retta* PQ *sia eguale ad una distanza data m n* (fig. 79).

Fig. 79.

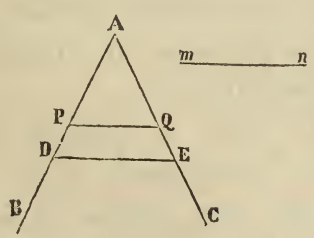


1ª *Soluzione.* La soluzione di questo problema è utile per costruire, nelle fortificazioni di campagna, un angolo mozzato o *taglio a petto* di una data dimensione

Dividasi nel modo sovra accennato l'angolo A in due parti uguali colla retta AS; all'estremità A di questa retta s'innalzi la perpendicolare AT uguale alla metà della distanza data *mn*; si conduca TQ parallela ad AS, finchè incontri in Q il lato AC dell'angolo dato, e sull'altro lato AB prendasi AP uguale ad AQ: uniscansi i punti P e Q, e la distanza PQ risulterà della lunghezza *mn*.

2ª *Soluzione.* Si prenda una parte qualsiasi AD sul lato AB

Fig. 80.



(fig. 80), ed un'altra uguale AE sul lato AC: si conduca e si misuri la retta DE. Se si suppone tirata la retta PQ parallela a

DE ed uguale alla lunghezza della retta data *mn*, si avrà dalla similitudine dei triangoli ADE, APQ:

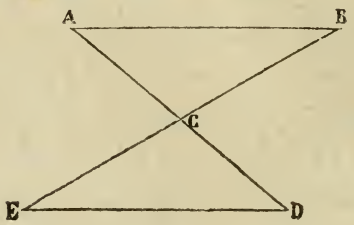
$$AP = \frac{AD \times PQ}{DE}$$

Onde basterà prendere sui lati dell'angolo le distanze AP ed AQ tali che sieno uguali al risultato anzidetto, per ottenere PQ=*mn*.

MISURA DI DISTANZE ORIZZONTALI.

10° *Misurare una distanza AB orizzontale, accessibile soltanto alle due estremità* (fig. 81).

Fig. 81.



Sia AB la distanza accessibile alle due estremità. Si prenda un punto C dal quale siano visibili le estremità A e B, e tale che si possano misurare le distanze CA e CB. Si portino quindi sui prolungamenti delle medesime le parti CE e CD rispettivamente uguali a CA e CB. Si avrà ED=AB.

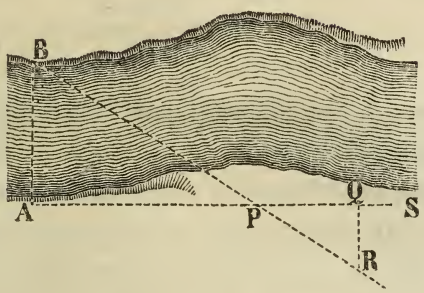
11° *Misurare una distanza* AB *orizzontale, accessibile ad una delle sue estremità* (fig. 82).

1ª *Soluzione.* Dal punto A s'innalzi, coi metodi precedentemente indicati, l'allineamento AS perpendicolare ad AB, e su questo si segni una distanza ad arbitrio AP; quindi si tiri l'allineamento PB; prendasi un'altra distanza arbitraria PQ sulla retta AS; s'innalzi la perpendicolare QR sino all'incontro del prolungamento di PB; si avranno con ciò i due

triangoli simili PAB,QPR, dai quali risulterà $AB = \frac{QR \times AP}{PQ}$

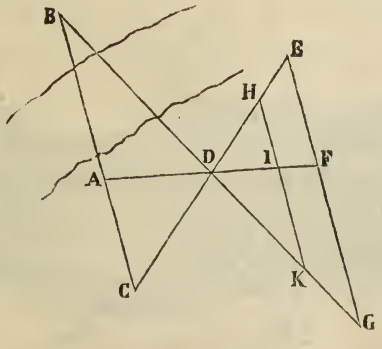
Se PQ fosse uguale a AP, sarebbe AB=QR.

Fig. 82.



2ª *Soluzione.* Si scelga dapprima un punto C ad arbitrio sul prolungamento di AB (fig. 83), cioè sul prolungamento della distanza che si vuol misurare, e che è soltanto accessibile alla estremità A. Si fissi quindi un altro punto D ad arbitrio fuori della retta AB, e si conducano i due allineamenti AD e CD, che si

Fig. 83.



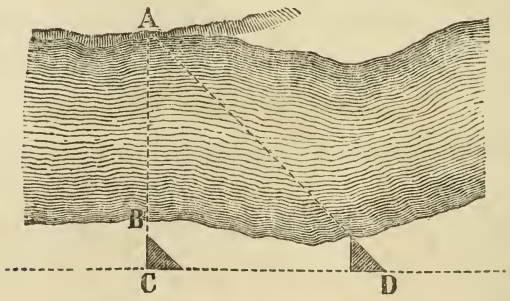
prolungheranno entrambi oltre D; si prenda DE=CD e DF=AD. Si conducano i due allineamenti BD e EF sino a che s'incontrino; egli è chiaro che AB sarà uguale a FG. Ove la natura del terreno non consentisse di prolungare CD fino in E, ma solamente in H,

si prenderebbe in questo caso la distanza DI, tale che fosse una quarta proporzionale fra DA, DC e DH, e si avrebbe in tal guisa HI parallela ad AC; prolungando in seguito HI fino in K, cioè fino all'incontro dell'allineamento BD, si avrebbe dalla similitudine dei triangoli ADB, DIK

$$AB = \frac{AD \times IK}{DI}.$$

3ª *Soluzione.* L'uso di una squadretta isoscele di legno o di altra materia potrà servire a misurare facilmente con una sufficiente approssimazione la larghezza dei fiumi. Così nel caso suddetto della misura AB, ad una prima stazione C in riva al fiume (fig. 84), si disporrebbe la squadretta in modo che uno dei lati CB ad es. fosse a un dipresso perpendicolare al corso del fiume; in questa posizione i due lati della squadretta somministrerebbero le due visuali rettangolari CA e CD. Si traccia con biffe la direzione CD, e si cammina lungo la medesima sino a tanto che, a tastone, orientando la squadretta sopra CD, come lo indica la figura, si giunga ad avere la visuale DA sul prolungamento dell'ipotenusa della squadretta: questa visuale essendo la diagonale di un quadrato, il lato DC sarà uguale al lato cercato CA.

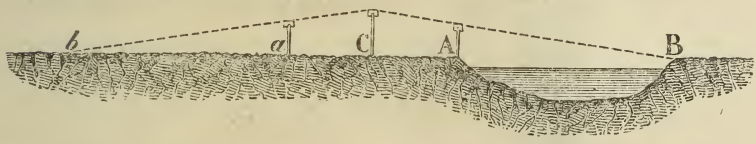
Fig. 84.



4ª *Soluzione.* Si collochi una biffa A della lunghezza di un metro sulla riva del fiume o torrente (fig. 85); ed un'altra

C della lunghezza di 1^{m},50 ad una distanza di 3 o 4 metri dalla prima e sul prolungamento della lunghezza AB che si vuol misurare: quindi si conficchi quest'ultima nel suolo sino a

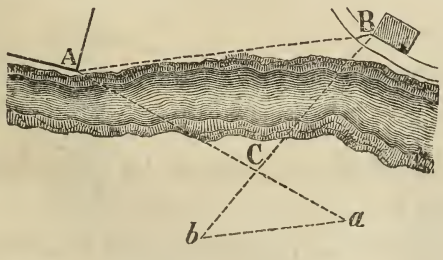
Fig. 85.



che il raggio visuale radente le sommità delle due biffe vada ad incontrare l'oggetto B preso di mira sulla ripa opposta. Togliendo poscia la piccola biffa A per piantarla in *a* alla medesima distanza dalla maggiore ed alla stessa profondità, si misurerà la distanza dalla piccola biffa *a* al punto ove la visuale va a battere nel terreno medesimo; questa distanza sarà la larghezza del fiume. Egli è facile scorgere che questo metodo non si può adoperare che in un suolo affatto piano e sgombro.

12° *Misurare la distanza orizzontale* AB, *inaccessibile alle due estremità* (fig. 86).

Fig. 86.

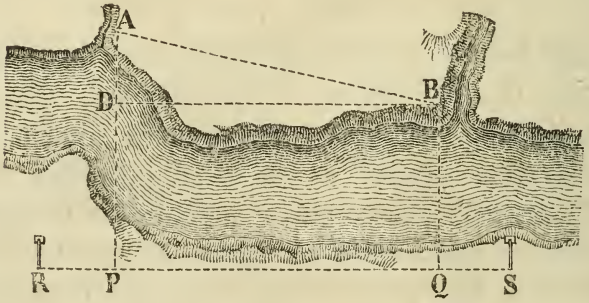


1ª *Soluzione.* Prendasi un punto C da cui si possano scoprire le estremità A e B della distanza AB; si misurino, colle norme date nelle soluzioni precedenti, le di-

stanze AC e BC, e sul prolungamento di queste rette si prendano parti aliquote omologhe delle distanze AC e BC; si tiri *ba* che risulterà parallela a BA. AB sarà rispetto a *ba* ciò che sono le distanze AC, BC rispetto alle parti C*a*, C*b*; onde $AB = \frac{CA \times ab}{Ca}$.

2ª *Soluzione.* Conducasi una retta qualsiasi RS (fig. 87).

Fig. 87.



Dai punti A e B si abbassino le perpendicolari AP e BQ sulla retta RS; si misurino queste perpendicolari, nonchè la distanza PQ. Ora, se si suppone una retta BD parallela a PQ, si avrà BD = QP ed AD = AP − BQ, e quindi $AB = \sqrt{\overline{PQ}^2 + (AP - BQ)^2}$.

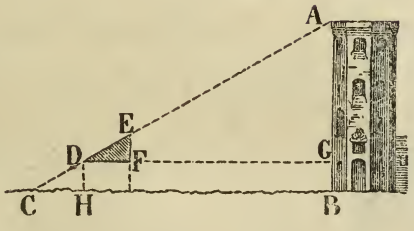
MISURA DI DISTANZE VERTICALI.

13° *Misurare l'altezza verticale* AB *di un edificio accessibile al suo piede* B (fig. 88).

1ª *Soluzione.* Si può risolvere questo problema per mezzo di una squadretta o di tre pezzi di legno di nota lunghezza, che formino un triangolo rettangolo, allontanandosi dall' edifizio sino al punto da dove (tenendo uno dei lati DF dell'angolo retto, in una posizione orizzontale) il raggio visuale diretto

secondo l'ipotenusa DE passi per la sommità A dell'edifizio. Si misuri quindi la lunghezza DG=HB e si avrà $AG = HB \times \frac{EF}{DF}$.

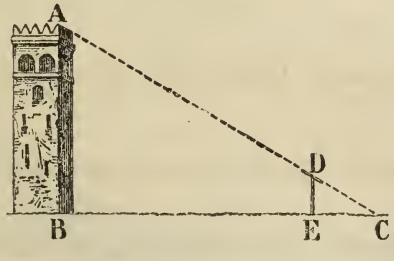
Fig. 88.



Aggiungendo ad AG l'altezza DH=BG, cioè l'altezza presso a poco d'un uomo, si avrà l'altezza totale AB. Se la squadretta fosse isoscele, sarebbe AG=BH ed AB=BH+DH.

2ª *Soluzione.* Si pianti un palicciuolo DE (fig. 89); dalla sommità D tirisi la visuale DA, e si cerchi il punto C, dove questa incontra il terreno; si misurino CE, CB e l'altezza DE del palicciuolo; avrassi $AB = \frac{CB \times DE}{CE}$.

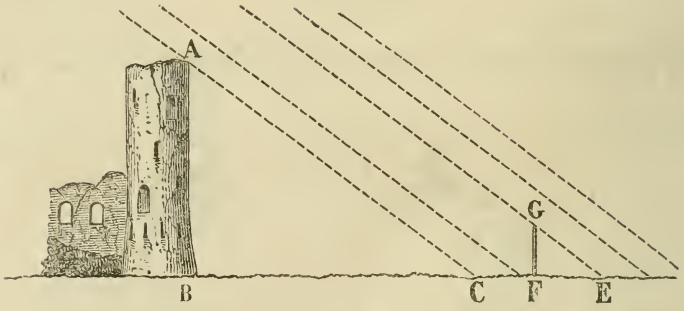
Fig. 89.



3ª *Soluzione.* Si può altresì determinare l'altezza di un edifizio AB per mezzo della sua ombra. Così suppongasi (fig. 90) la torre AB posta sur un terreno orizzontale.

Si pianti dapprima un palicciuolo ben verticale in F, e si misurino quindi l'altezza del medesimo e la lunghezza delle

Fig. 90.

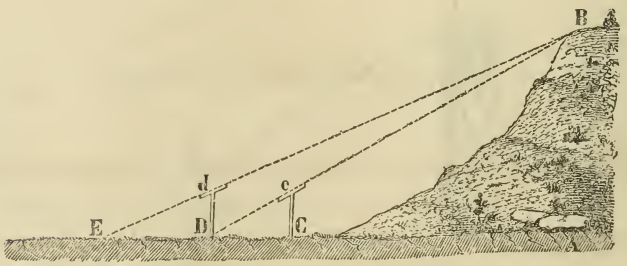


ombre, cioè quella CB della torre, e l'altra EF del palicciuolo. L'altezza dell'edifizio sarà uguale a $\frac{FG \times CB}{EF}$.

14° *Misurare un'altezza inaccessibile al suo piede* (fig. 91).

1ª *Soluzione.* Sia AB l'altezza da misurarsi; si pianti un palicciuolo C*c*, e conducasi la visuale *c*B; nel punto ove la visuale incontra il terreno, si pianti un altro palicciuolo verticale D*d* di altezza uguale al primo; conducasi parimenti la

Fig. 91.



visuale *d*B, e cerchisi il punto E, dove questa incontra il terreno: si misurino quindi le distanze DE, CD, e l'altezza dei palicciuoli.

Ciò posto, dai due triangoli simili ADB, CD*c*, si avrà:

$$AB : C\mathit{c} :: AD : CD;$$

ossia $$\frac{AB}{C\mathit{c}} = \frac{AD}{CD} \quad (1)$$

e dai triangoli simili AEB, DE*d*.

$$AB : D\mathit{d} :: AE : DE;$$

e poichè si ha $D\mathit{d} = C\mathit{c}$, risulterà:

$$AB : C\mathit{c} :: AE : DE;$$

quindi $$\frac{AB}{C\mathit{c}} = \frac{AE}{DE} \quad (2)$$

Paragonando le equazioni (1) (2) si avrà:

$$\frac{AD}{CD} = \frac{AE}{DE}$$

ossia, sostituendo ad AE il suo valore AD + DE,

$$\frac{AD}{CD} = \frac{AD + DE}{DE}$$

e ricavando il valore di AD, si avrà:

$$AD = \frac{CE \times DE}{DE - CD} \quad (3)$$

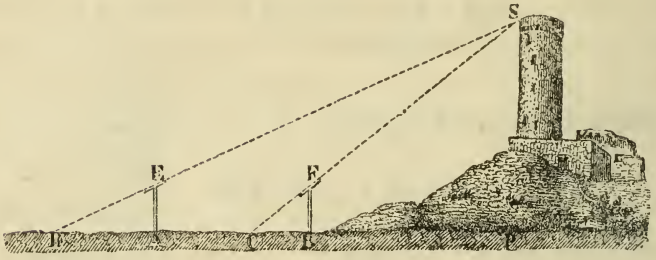
Sostituendo infine tale valore di AD nell'equazione (1),

si avrà l'altezza $$AB = \frac{C\mathit{c} \times DE}{DE - CD}$$

2ª *Soluzione.* Sia SP l'altezza da misurarsi (figura 92) e suppongasi l'intervallo BP soltanto accessibile in B. Si prendano due palicciuoli ben diritti e di eguale lunghezza, e si piantino

verticalmente, l'uno in A ad arbitrio sull'allineamento BP, e l'altro in B; si cerchino i punti C e D ove vanno ad incontrare il

Fig. 92.



terreno le visuali SF e SE; si misurino poscia le distanze DA, AB e CB, e la lunghezza dei palicciuoli.

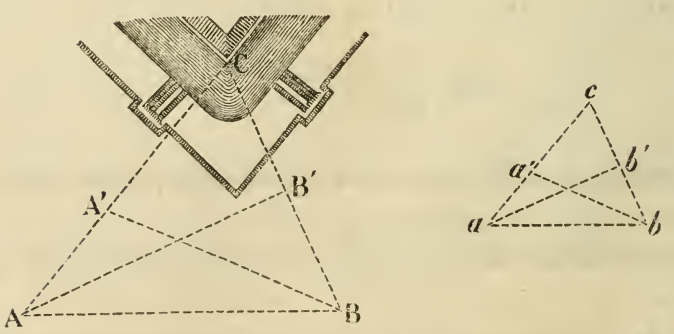
Con una dimostrazione analoga a quella della 1ª soluzione si troverà: $BP = BC \times \frac{AC+BC}{DA-BC}$

e $SP = AE \times \frac{DA+AC}{DA-BC}$

PROBLEMI DIVERSI.

15° *Due punti accessibili essendo cogniti di posizione e situati in terreno scoperto, determinare la posizione di un terzo punto inaccessibile* (fig. 93).

Fig. 93.

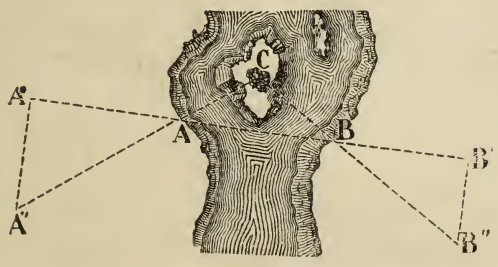


1ª *Soluzione.* Siano A e B i punti dati, C il punto inaccessibile: si traccino le direzioni AC e BC, sulle quali si

segneranno due punti A' e B' ad arbitrio; quindi si misurino AB, AA', AB', BB', A'B; si costruiscano poscia sur un foglio di carta, giusta una data scala, i due triangoli *aa'b*, *abb'*, simili a quelli tracciati sul terreno. Si prolunghino *aa'* e *bb'*: il punto d'incontro *c* di queste rette darà la posizione di C rispetto ad AB, e per conseguenza saranno cognite le distanze del punto C da A e da B.

2ª *Soluzione.* Se i punti A e B sono situati sulle due sponde di un fiume (fig. 94) in modo da non poter camminare da A in B, nè in C, nè da B verso C, si costruiranno i triangoli AA'A'' e BB'B'' sul prolungamento dei lati del triangolo ABC; e per ottenere quindi la posizione di C, si rapporterà, ad una data scala, la distanza AB sopra un foglio di carta, e poscia sui prolungamenti di questa si costruiranno, giusta la stessa scala, due triangoli simili ad AA'A'' e BB'B''. L'intersezione degli omologhi di AA'' e di BB'' segnerà la posizione del punto C.

Fig. 94.

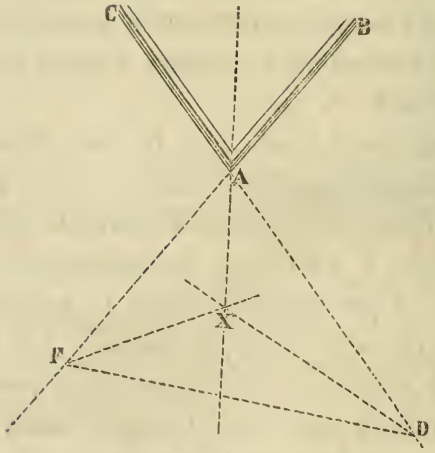


16° *Trovare la direzione della capitale di un saliente a cui non si può avvicinare* (fig. 95).

1ª *Soluzione.* Sia A l'angolo saliente, di cui si vuol conoscere la direzione della capitale; si prolunghino le due faccie AB, AC del saliente, e si conduca fra i prolungamenti una retta qualsiasi FD. Quindi si divida l'angolo F in due parti eguali; e così pure l'angolo D. Il punto X incontro delle due

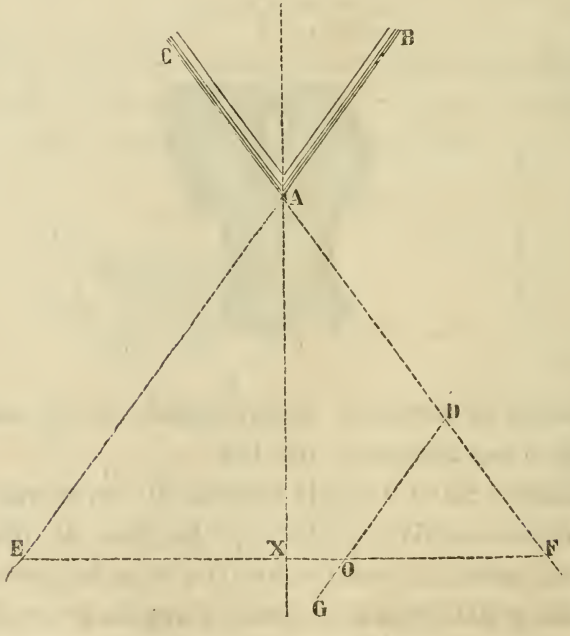
rette FX e DX, sarà un punto della capitale del saliente ; onde AX sarà la capitale.

Fig. 95.



2ª *Soluzione.* Si prolunghino le due faccie del saliente

Fig. 96.



e si conduca da un punto qualunque del prolungamento AF

(fig. 96) una retta DG parallela al prolungamento AE, e si prenda su questa una porzione DO=DF; quindi si conduca la retta FO, la quale si prolungherà sino all'incontro di AE. Il punto X di mezzo della retta EF, sarà un punto della capitale; onde AX ne sarà la direzione.

ARTICOLO TERZO

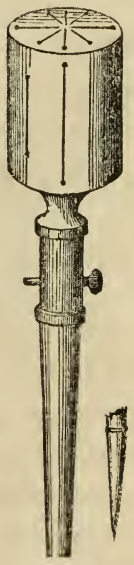
Dello Squadro Agrimensorio.

Descrizione dello squadro agrimensorio. — Verificazione dello squadro. — Soluzione di varii problemi collo squadro. — Levata dei piani collo squadro. — Valutazione delle aree.

§ 59. Descrizione dello squadro agrimensorio.

Lo stromento chiamato *squadro ordinario*, e più comunemente *squadro agrimensorio*, perchè adoperato di frequente dagli agrimensori, è un cilindro vuoto (fig. 97), in ottone, di sette a

Fig. 97.



nove centimetri di diametro per otto a dieci di altezza, tagliato da quattro lunghe fessure longitudinali, nel senso della generatrice, dette *traguardi*, determinate da due diametri rettan-

golari. Altre quattro fessure intermedie trovansi segnate ad egual distanza dalle prime, ed alquanto più corte di queste, e formano pure fra loro angolo retto. Sulla superficie superiore del cilindro trovansi praticate eziandio delle fessure, le quali sono prolungate quasi sino alla periferia e corrispondenti a quelle longitudinali.

Queste ultime fessure servono a dirigere visuali dal basso all'alto e viceversa.

Talvolta lo squadro ha la forma di un prisma ottagonale.

Lo squadro vien collocato d' ordinario sopra un bastone ferrato di una lunghezza di 1^m, 50 circa, che piantasi verticalmente nel suolo. In tale posizione i traguardi longitudinali dovranno riescire verticali, locchè si potrà facilmente riconoscere con un filo a piombo. Ne' terreni pietrosi si sostituisce al bastone un treppiede.

Egli è chiaro che, se due fessure o traguardi corrispondenti sono diretti secondo un dato allineamento o visuale, gli altri due ad angolo retto determineranno, al punto di stazione, un secondo allineamento perpendicolare al primo; e la visuale diretta secondo una fessura a quella intermedia, farà un angolo semiretto, ossia di 45°, con entrambi gli allineamenti o visuali.

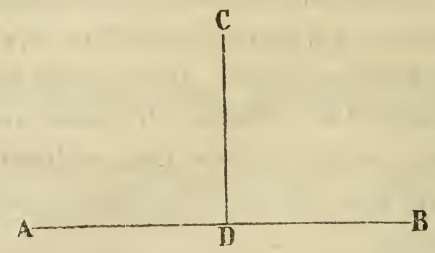
Lo squadro porge quindi un mezzo esatto per condurre sul terreno delle perpendicolari, non che delle oblique a 45 gradi.

§ 60. Verificazione dello squadro.

Affinchè lo squadro sia atto all'ufficio cui è destinato, egli è d'uopo che gli angoli determinati dai traguardi siano rispettivamente di 90° e 45° esatti. Per riconoscere se ciò ha luogo, scelto un terreno orizzontale, o pressochè tale, si pianterà il bastone, sul quale si sovrappone lo squadro, verticalmente nel suolo (verificandone la verticalità col filo a piombo); al punto D, ad esempio (fig. 98). Quindi si collocherà una palina A oppure B a distanza di 50 passi circa da D sull'allineamento ADB determinato da due corrispondenti traguardi, e si farà piantare in seguito, fermo rimanendo lo squadro, un'altra palina in C sull'allineamento

che verrà dato dagli altri due traguardi, in direzione perpendicolare ai primi. Ciò fatto, si farà girare lo squadro sul proprio bastone, fino a che mirando co'primi traguardi che aveano fissato l'allineamento AB, si scorga la palina C: se lo squadro è ben costrutto, gli altri due traguardi dovranno in tal rivolgimento essere diretti secondo AB, cioè la visuale condotta per

Fig. 98.

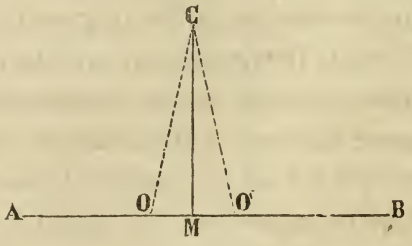


essi dovrà battere sulla palina A oppure su quella B. Analogamente si opererebbe rispetto ai traguardi intermedii, i quali devono pure determinare un angolo retto, e perciò un angolo di 45° cogli altri laterali. Ove la condizione della perpendicolarità sovraespressa non venisse adempiuta, converrà far rettificare lo stromento dal fabbricante.

Volendo tuttavia operare con uno squadro imperfetto, si avranno presenti le seguenti avvertenze:

1° Se si vuol condurre da un punto esterno C una perpen-

Fig. 99.

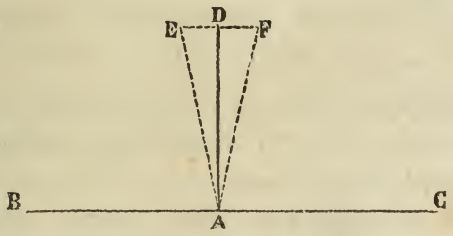


dicolare ad una retta data AB con uno squadro imperfetto, si cercherà con questo, siccome accenna il problema 3° del

§ 61, il piede O della falsa perpendicolare abbassata sopra AB (fig. 99); fatto quindi girare lo squadro in modo che i traguardi che hanno dato la direzione OC siano in quella di AB, si camminerà su questo allineamento sino al punto in cui gli altri traguardi si trovino nella direzione di C: sia questo punto O': si dividerà in due parti uguali la distanza OO', ed il punto M di mezzo sarà il piede della vera perpendicolare abbassata sopra AB.

2° Se invece si dovesse elevare una perpendicolare da un punto determinato A della retta BC (fig. 100), si dirigerebbero successivamente i traguardi due a due secondo la linea BC; in queste due posizioni lo squadro avrà determinato la posizione di due paline, che si avrà avuto cura di collocare ad egual distanza dal punto A, p. es. in E e in F.

Fig. 100.



La metà della distanza che unisce queste due paline, apparterrà alla vera perpendicolare cercata AD.

§ 61. Soluzione di varii problemi collo squadro.

Dalla descrizione dello squadro agrimensorio, facilmente si rileva come, con questo stromento, si possa risolvere la maggior parte dei problemi pratici dell'articolo precedente con maggior celerità, precisione e facilità che non coi mezzi già indicati.

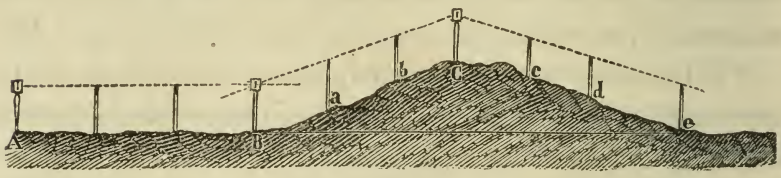
Valgano i seguenti esempi:

1° *Tracciare un allineamento.*

Siano A e B i punti segnati con paline, pe'quali si debba condurre un allineamento collo squadro (fig. 101). Collocato questo

stromento al punto A, si mirerà lungo due traguardi al punto B; quindi si faranno piantare paline l'una dopo l'altra, nella direzione della visuale che è determinata da questi traguardi.

Fig. 101.



Ove si trattasse di segnare un allineamento attraverso un' altura, si collocherà lo stromento p. es. in B; quindi da questo punto, mirando attraverso due traguardi, si faranno piantare le paline *a* e *b* nella direzione determinata dai suddetti traguardi; togliendo poi lo squadro dal punto B e piantandovi invece una palina, si trasporta al punto C ove si dirigono due traguardi corrispondenti nella direzione dei punti B, *a*, *b*; guardando quindi dalla parte opposta alle prime paline, pei traguardi praticati sul piano superiore ed orizzontale dello squadro, che corrispondono ai traguardi verticali, si faranno piantare le altre *c*, *d*, *e* nella discesa; e così di seguito.

2° *Innalzare una perpendicolare ad una retta data* AB (fig. 102).

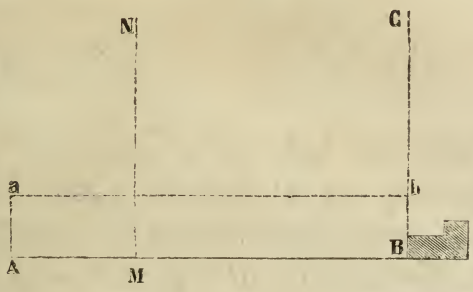
Si pianti lo squadro in M; quindi si miri con due traguardi il punto A oppure il punto B.

La direzione segnata da due traguardi perpendicolari ai primi darà la perpendicolare cercata MN.

Talvolta avviene che non si possa collocare lo squadro al punto, tuttochè visibile, ove si vuole innalzare la perpendicolare, la qual cosa succede allorquando si trova un muro, una siepe od altro ostacolo sul punto stesso. In questo caso per condurre la perpendicolare al punto B, ad es. (fig. 102), ove si suppone un ostacolo qualsiasi, s'innalzerà sopra AB la perpendicolare A*a*, di lunghezza maggiore della grandezza dell'ostacolo,

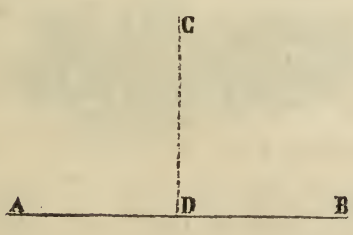
e quindi su questa si condurrà una seconda perpendicolare *ab* e si cercherà su quest'ultima, seguendo le norme del problema 3°, il piede della perpendicolare abbassata dall'oggetto B sopra *ab*. Se *b* ad esempio fosse questo punto, la perpendicolare *b*C sopra *ba* sarebbe altresì la perpendicolare richiesta sopra AB al punto B.

Fig. 102.



3° *Da un punto dato* C *abbassare la perpendicolare sopra una retta data* AB (fig. 103).

Fig. 103.



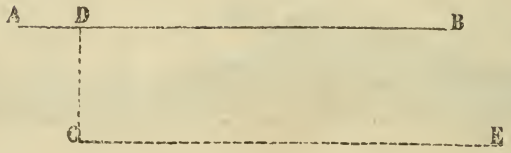
Si cerchi a tastone mediante colpi di squadro *(a)* il piede D della perpendicolare, vale a dire, si cerchi sulla retta AB il punto dal quale, piantato lo squadro e diretti due traguardi secondo la suddetta linea, la direzione determinata dagli

(*a*) Si chiama dall'uso *colpo di squadro* l'atto, col quale si conficca lo stromento nel suolo.

altri due perpendicolari ai primi vada ad incontrare il punto C; sia D questo punto: la linea CD sarà la perpendicolare cercata.

4° *Da un punto dato* C *condurre una retta parallela ad* AB (fig. 104).

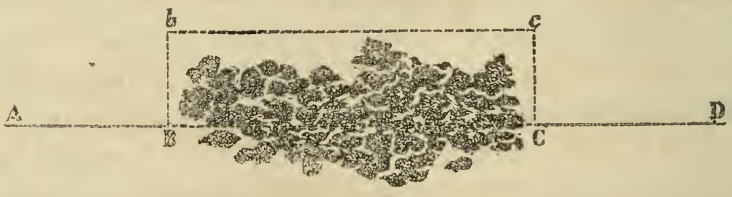
Fig. 104.



Si cerchi sulla retta data AB il piede della perpendicolare abbassata su questa dal punto C; quindi si trasporti lo squadro al punto C e si diriga una visuale secondo la direzione CD; l'altra visuale perpendicolare a questa determinerà la direzione CE della parallela domandata.

5° *Prolungare una retta* AB *al di là di un ostacolo* (fig. 105).

Fig. 105.

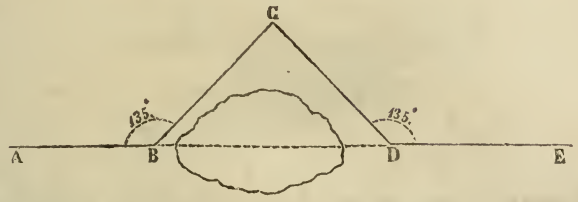


1ª *Soluzione* S'innalzi dal punto B sopra AB una perpendicolare B*b*; quindi una seconda *bc* sopra B*b*, in modo che riesca oltre l'ostacolo, ed una terza *c*C sopra *bc*; si prenda una lunghezza *c*C=*b*B e dal punto C si conduca finalmente la perpendicolare CD sopra C*c*. CD sarà il prolungamento della retta AB.

2ª *Soluzione.* Dal punto B (106), estremità della retta da prolungarsi, si tiri l'allineamento BC che faccia con AB un angolo di 90+45=135°; e si prolunghi sino a che la per-

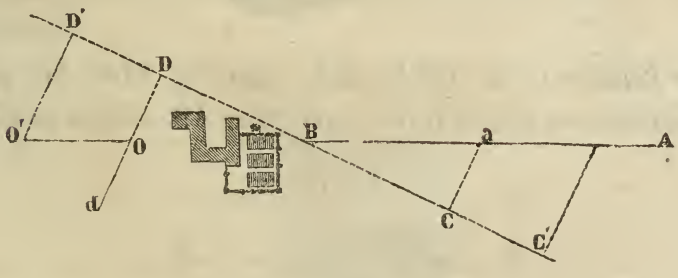
pendicolare CD, innalzata sopra CB, passi oltre l'ostacolo. Si prenda CD=CB, e dal punto D si tiri DE che faccia parimente con DC un angolo di 135°. Si otterrà DE sul prolungamento di AB.

Fig. 106.



3ª *Soluzione.* Sia la retta AB, da prolungarsi oltre l'ostacolo (fig. 107). Dal punto B si tiri una retta qualsiasi CBD; scelgasi il punto D, in modo che la direzione D*d*, perpendicolare sopra CD, oltrepassi l'ostacolo. Prendasi BC=BD; s'innalzi in C la perpendicolare C*a*; si misuri questa distanza e si porti sulla

Fig. 107.



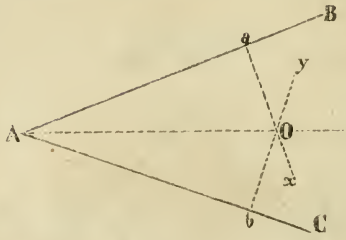
retta D*d*: si avrà così il punto O, il quale si troverà sul prolungamento di AB. In modo analogo operando per un altro punto O', si avranno due punti per prolungare la retta AB oltre l'ostacolo.

6° *Dividere un angolo dato in due parti uguali* (fig. 108).

Sia BAC l'angolo dato; si prendano sui lati due punti *a* e *b* ad ugual distanza dal vertice A; da questi punti si innalzino le perpendicolari *ax* e *by* sui lati AB ed AC; quindi s'unisca il

punto d'incontro O delle due perpendicolari col vertice: la retta AO dividerà l'angolo BAC in due parti uguali.

Fig. 108.



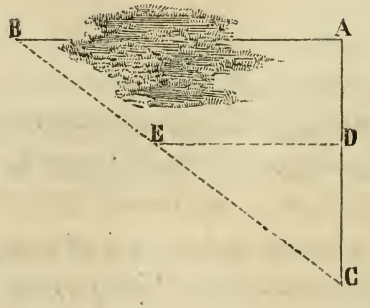
7° *Misurare una linea* AB *accessibile soltanto alle sue estremità* (fig. 109).

1ª *Soluzione.* Dai punti A e B s'innalzino le perpendicolari A*a* e B*b* di egual lunghezza, e si misuri *ab* che sarà uguale ad AB.

Fig. 109.

2ª *Soluzione.* Sia AB la linea data (fig. 110); dal punto A s'innalzi una perpendicolare sulla retta AB; scelgasi su questa

Fig. 110.



perpendicolare un punto C, dal quale si possa scoprire il punto B; quindi dal punto D preso ad arbitrio sulla retta AC, si tiri

una parallela ad AB sino all'incontro di CB; si avranno così i due triangoli simili CAB e CDE, nei quali AC, DC e DE potendo essere misurati, somministreranno il valore di AB per mezzo della proporzione CD:DE::CA:AB; onde $AB = \frac{DE \times CA}{CD}$.

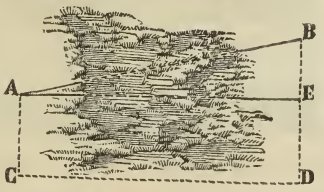
Fig. 111.

3ª *Soluzione.* Sia AB la linea data (fig. 111); dal punto A si tiri una linea qualsiasi AC; si abbassi su questa la perpendicolare BC e si misurino queste due distanze; si avrà così il triangolo rettangolo ABC; dal quale si conchiuderà:

$$AB = \sqrt{\overline{AC}^2 + \overline{BC}^2}$$

Se l' ostacolo fosse di natura tale da non permettere la costruzione del triangolo rettangolo, si opererebbe nel modo seguente:

Fig. 112.



Sia AB (fig. 112) la linea data; dal punto A si tiri una retta AC qualsiasi, e dal punto C s'innalzi su questa la perpendicolare CD: dal punto B si abbassi la perpendicolare BD sopra CD e su questa prendasi DE=AC; si avrà così il parallelogrammo ACDE, nel quale sarà: AE=CD; onde si avrà:

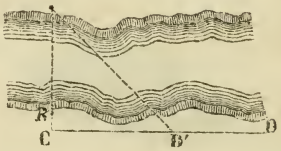
$$AB = \sqrt{\overline{AE}^2 + \overline{BE}^2} = \sqrt{\overline{CD}^2 + (BD - AC)^2}$$

Le quantità sotto il radicale possono essere facilmente misurate.

8° *Misurare la distanza da un punto* B *accessibile, ad un altro* A *inaccessibile, la larghezza d'un fiume ad esempio* (fig. 113).

1ª *Soluzione.* Si cerchi un punto C sul prolungamento

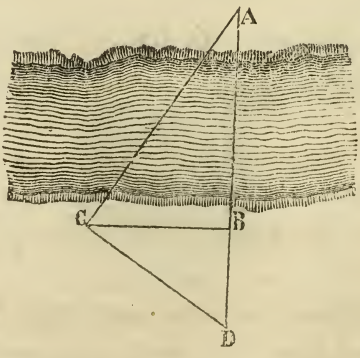
Fig. 113.



di AB, dal quale si possa innalzare una perpendicolare CD sulla retta AC; quindi si cammini collo squadro sulla retta CD sino all'incontro d'un punto, come sarebbe D', dal quale dirigendo due traguardi corrispondenti verso C, con quelli che dividono l'angolo retto in due parti eguali, si vada ad incontrare il punto A; si misurino le distanze CD' e BC; il triangolo AD'C essendo isoscele, si avrà AC=CD' e AB=CD'—BC.

2ª *Soluzione.* Al punto B (fig. 114) s'innalzi la retta BC perpendicolare sopra BA; e da un punto C preso a conveniente

Fig. 114.

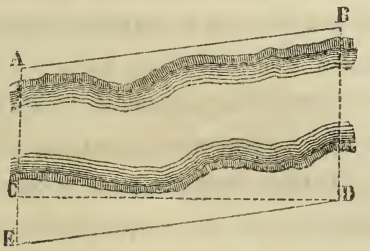


distanza da B, si tiri CD perpendicolare sopra CA. Misurando quindi le distanze CB e BD, si avrà la proporzione

$$DB:BC::BC:BA;\ BA=\frac{\overline{BC}^2}{DB}.$$

9° *Misurare una distanza* AB *inaccessibile alle sue estremità e da un punto accessibile* D *condurre una parallela a questa retta* (fig. 115).

Fig. 115.



Dal punto D si tiri una retta DC a piacimento; quindi si abbassi dal punto A la perpendicolare AC sopra CD, e dal punto B la perpendicolare BD, che riescirà parallela ad AC. Si misurino nel modo anzi descritto le perpendicolari AC e BD. Uguagliando ora i risultati ottenuti, cioè facendo AE=BD, la retta DE sarà parallela ed uguale alla distanza cercata fra i punti A e B.

§ 62. Levata dei piani collo squadro.

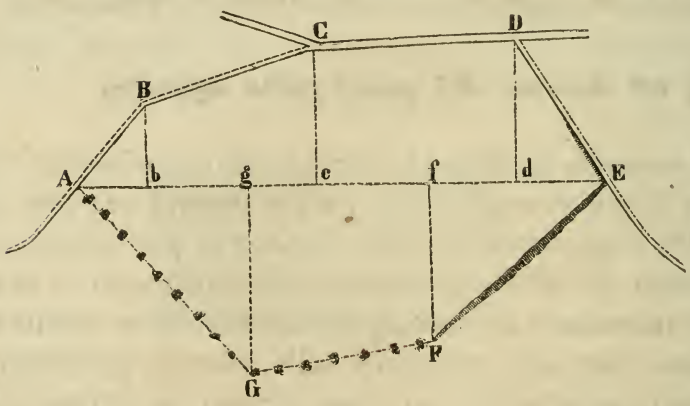
Lo squadro agrimensorio, non potendo somministrare la misura di tutti gli angoli, non è atto per formare una rete topografica trigonometrica: inoltre esso non si può adoperare che a stento nei terreni montuosi; e per ultimo non è proprio per determinare le quote de'punti. Ond'è che un siffatto stromento dovrà solo impiegarsi nelle levate de' particolari, in terreni sensibilmente piani e per porzioni circoscritte, appoggiando queste levate ai lati della rete determinata con altri stromenti.

Nelle levate collo squadro si percorre, prima d'ogni cosa, il terreno, e si fanno piantare paline ai punti rimarchevoli e a quelli che segnano i contorni della superficie da levare, ove questi punti non fossero di già naturalmente distinti. La superficie stessa, così segnalata, rappresenterà in proiezione un poligono il quale

riescirà, il più delle volte, irregolare. Decomponendo ora questo poligono in trapezii e triangoli rettangoli, si potrà facilmente costrurre l'intiera figura senza conoscere nè l'ampiezza degli angoli, nè la lunghezza de' lati del poligono. Tale è il metodo semplicissimo che l'uso dello squadro agrimensorio, destinato soltanto a segnare angoli retti o semiretti, suggerisce facilmente per levare un piano.

Pongasi di dover levare la superficie racchiusa nel poligono ABCDEFG (fig. 116). Si traccierà anzitutto l'allineamento AE, cioè la linea che divide presso a poco in parti eguali l'intera superficie, e si cercheranno collo squadro su questa linea, che chiamasi *direttrice*, le posizioni *b*,*g*,*c*,*f*,*d*, dei piedi delle perpendicolari abbassate dai vertici degli angoli della periferia, sulla suddetta linea; la superficie si troverà così scomposta in trapezii e triangoli rettangoli, i quali si potranno facilmente riprodurre misurando le distanze A*b*, *bg*, *gc*, *cf*, *fd*, *d*E, nonchè le perpen-

Fig. 116.



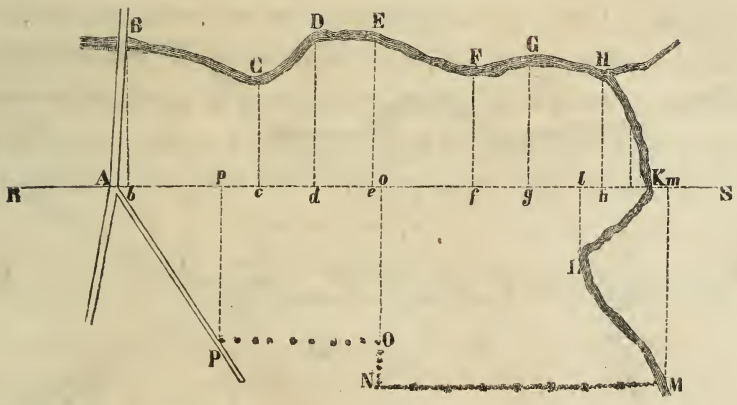
dicolari B*b*, C*c*, D*d*, F*f*, G*g*. L'intera figura così riprodotta sulla carta, giusta la scala prestabilita, sarà il piano ossia la figura simile alla superficie proposta. I punti od oggetti interni del poligono si leveranno alla stessa guisa esposta per quelli della periferia.

Qualora il perimetro od altra linea della superficie da levarsi volgessero in linea curva, come nella figura 117, si dividerà la

porzione di curva in parti tali che si possano queste considerare come altrettante linee rette: indi si opererà come nel 1° caso.

Stabiliendo altre direttrici fra loro perpendicolari, si potrà estendere la levata ad altre porzioni che non siano visibili dalla prima direttrice, e così le singole parti della levata si troveranno fra loro coordinate. S'impiega di frequente questo metodo per la levata d'una città o di un villaggio. Non è di assoluta necessità che le nuove direttrici siano perpendicolari le une alle altre; esse possono venir altrimenti condotte, purchè siano sempre appoggiate alla base primitiva o precedente: od in altri termini coordinate fra loro.

Fig. 117.



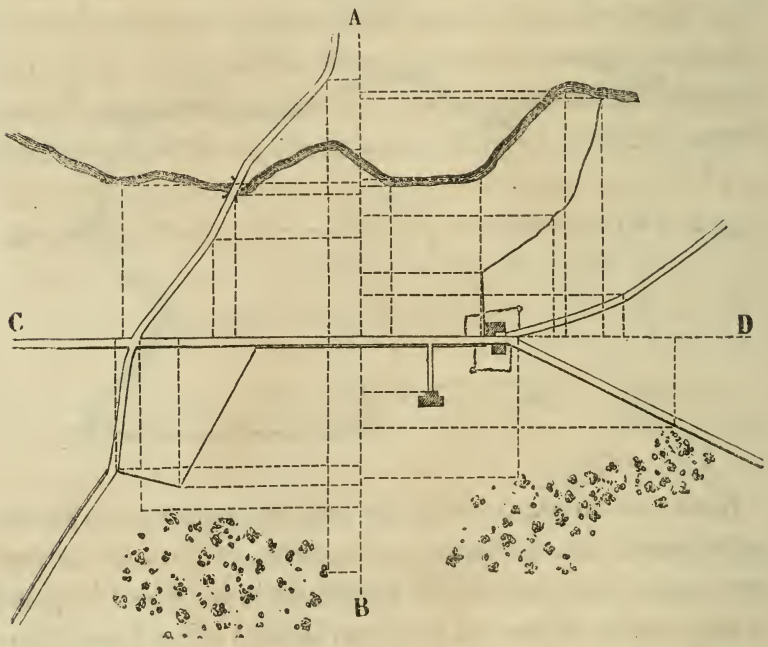
Giova per ultimo avvertire che volendo operare collo squadro agrimensorio con speditezza ed esattezza, si dovranno evitare, per quanto sarà possibile, le lunghe misure; epperciò quando si deve levare, ad esempio, il corso sinuoso di un fiume, di una strada, ecc., ove molti rettilineamenti debbonsi misurare, si dovrà condurre in tal caso la linea direttrice non molto distante dal corso stesso o dalla strada.

Il metodo testè indicato, che è quello degli agrimensori, ed il più generalmente adottato, sebbene semplicissimo, offre talvolta alcune difficoltà nelle levate di qualche estensione, o perchè obbliga a misurare a diritta ed a manca della base gran nu-

mero di distanze parziali, o perchè si deve camminare sulle perpendicolari verso oggetti difficilmente accessibili, ecc.

Si possono ovviare tali difficoltà, limitandosi alla misura di due basi che si taglino ad angoli retti e determinando le distanze dal punto della loro intersezione al piede d'ogni perpendicolare abbassata da varii oggetti sulle basi stesse (fig. 118). Secondo questo metodo l'operazione si riduce a percorrere solo due linee: non si ha nella costruzione che a tracciare sul piano parecchi rettangoli, e si può altresì determinare la proiezione degli oggetti inaccessibili.

Fig. 118.



Questo metodo chiamasi delle *coordinate*; adoperandolo conviene badare a non moltiplicare troppo le linee di base, e sceglierle tali che da esse si scorga il maggior numero possibile di punti. S'impiega più specialmente questo metodo allorchè hassi a levare collo squadro porzioni di terreno inaccessibili.

Tanto col primo quanto col secondo metodo, l'operatore, onde agevolare la costruzione del piano topografico, farà durante la

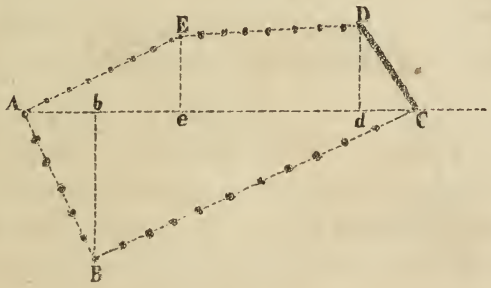
levata un abbozzo a vista o figura dimostrativa del terreno, sulla quale noterà tutte le distanze misurate, non che le iniziali indicanti le varie colture e quelle altre cose che importerà di registrare.

§ 63. Valutazione delle aree.

Da quanto si disse intorno all'uso dello squadro, facilmente si rileva come questo strumento venga con vantaggio adoperato per misurare le aree di porzioni speciali di terreno, come campi, prati, boschi, parchi e simili: porzioni di terreno che d'ordinario sono limitate da rette ed hanno forme di un poligono.

Così se si volesse valutare l'area della figura 119, ABCDE, si procederebbe, siccome venne indicato col 1° metodo, cioè si misurerebbero le distanze A*b*, *be*, *ed*, *d*C, B*b*, E*e*, D*d*, e si calcolerebbero le aree delle singole figure in cui trovasi decomposto il poligono: la somma loro darebbe l'area della intera figura.

Fig. 119.



Se la figura ha una forma irregolare come AB (fig. 120), s'inscrive nell'interno un poligono CDEFG, e si valuta la superficie di questo poligono nel modo sopra indicato. Per avere la superficie della figura AB non rimane che ad aggiungere le parti comprese fra la curva AB ed i lati del poligono. Per tale effetto, si divide CD in numero di parti uguali C*a*=*ab*

$=bc.... =h$, abbastanza piccole onde le parti della curva comprese fra le perpendicolari aa', bb' cc', si possono considerare come linee rette; si avrà, designando per s, s', s''..... le superficie del triangolo Caa', e dei trapezii successivi $aa'bb'$, $bb'cc'$.....

$$s = \frac{aa'}{2} \times h$$

$$s' = \left(\frac{aa' + bb'}{2}\right) h$$

$$s'' = \left(\frac{bb' + cc'}{2}\right) h;$$

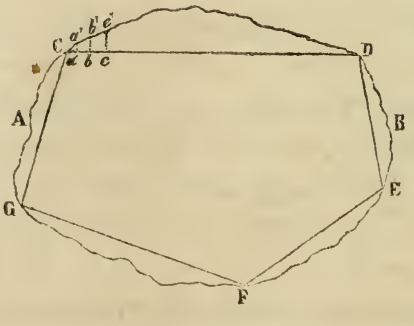
e chiamando S la superficie totale della figura CD sarà:

$$S = \frac{aa'}{2} \times h + \left(\frac{aa' + bb'}{2}\right) h + \left(\frac{bb' + cc'}{2}\right) h + ...$$

$$= h\,(aa' + bb' + cc' + ...)$$

In modo analogo si potranno valutare le altre parti CG, GF, FE, ED.

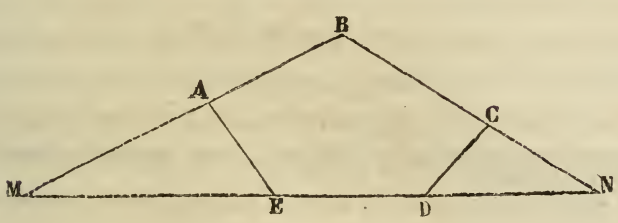
Fig. 120.



Trattandosi di misurare un terreno inaccessibile nel suo interno, sgombro per altro al suo perimetro, si circoscriverebbe dapprima alla figura uu triangolo, un rettangolo od un trapezio. Quindi si calcolerebbe la superficie delle singole porzioni esterne, non che quella totale compresa nel perimetro della

figura geometrica circoscritta al terreno inaccessibile per poi da quest'ultima sottrarre la somma delle prime, onde ottenere quella cercata inaccessibile.

Fig. 121.



Così la superficie inaccessibile ABCDE (fig. 121) verrebbe determinata dalla differenza fra l'area totale del triangolo MBN, e quella delle singole porzioni accessibili MAE, NCD sommate insieme.

ARTICOLO QUARTO.

Dello Squadro Graduato.

—

Descrizione dello squadro graduato — Verificazioni di questo stromento. — Levata dei piani collo squadro graduato.

—

§ 64. Descrizione dello squadro graduato.

Lo squadro agrimensorio subì un importante perfezionamento, mercè del quale si ottiene eziandio la misura di un angolo qualunque. Lo squadro così modificato si assume il nome di *squadro graduato* (*a*). Esso consta di un cilindro in ottone di otto a dieci centimetri di diametro e di dieci a quindici di altezza, diviso in due parti da un piano perpendicolare al suo asse. Le due parti cilindriche, poste l'una sull'altra, stanno unite fra loro mercè di un perno, attorno al quale, per mezzo della vite *r*, può girare la parte superiore (fig. 122). Il cilindro superiore ha due traguardi longitudinali corrispondenti ciascuno diametralmente ad una finestrella munita di un filo sottile. Le quattro anzidette fessure sono determinate, siccome nello squadro agrimensorio, da due diametri rettangolari; e perciò colla

---

(*a*) Allo squadro graduato si è imposto da taluni il nome di *pantometro*, da altri quello di *goniasmometro*, e da altri ancora quello di *grafometro a squadro*. Una tale differenza nelle nomenclature non è atta che a generare confusione; onde ritenuta l'origine di questo strumento, pare doversi esso chiamare col solo ed appropriato nome di *squadro graduato*.

sola parte superiore si può operare alla stessa guisa dello squadro predetto. Il cilindro inferiore non ha che un traguardo corrispondente ad una finestrella disposta come sopra. Il lembo superiore di questo cilindro è diviso in gradi e talvolta in mezzi gradi. Per rendere più visibili le divisioni, il lembo stesso sul quale queste vengono incise, è coperto di argento o di un metallo bianco detto *maillechort*. Sul lembo della parte superiore sta segnato un indice con un zero, siccome punto di partenza, il quale nella misura degli angoli percorre la graduazione. Esso fa parte d' ordinario di uno nonio (*Vedasi il nonio all' articolo della tavoletta pretoriana*). Quando lo zero del cilindro infe-

Fig. 122.

riore si trova verso l'osservatore, la graduazione procede d'ordinario da sinistra a destra, da 0° fino a 360°. Un traguardo della parte fissa corrisponde allo zero della graduazione, ed uno di quelli della parte girevole allo zero dell'indice.

Per misurare un angolo formato da due piani verticali condotti pel centro dello squadro e per due punti od oggetti del

terreno, si disporrà dapprima orizzontale il piano superiore dell'istromento; quindi si faranno coincidere i due zeri, e si girerà in seguito tutto il cilindro sul proprio asse di rotazione, finchè, mirando pel traguardo superiore ove sta l'indice, il filo della finestrella opposta copra l'oggetto di destra, il quale deve puranche, in tal posizione dello stromento, se questo è ben costrutto, venir coperto dal filo opposto al traguardo inferiore dello zero della graduazione: poscia, ferma rimanendo la parte inferiore, si gira la parte superiore mediante la vite *r*, sino a che per lo stesso traguardo superiore si vegga l'oggetto di sinistra. L'arco di circolo, descritto dall'indice sulla graduazione, darà evidentemente la misura dell'angolo formato dai due piani verticali condotti pel centro dello stromento ai due oggetti mirati. Il piano superiore del goniometro e quello parallelo della graduazione essendo orizzontali, l'angolo dato si troverà perciò ridotto all' orizzonte. Si osserverebbe l'oggetto di sinistra prima di quello di destra, qualora la graduazione procedesse da destra a sinistra.

Per rendere più precisa la lettura dell'angolo si fa uso d'ordinario di una lente a mano.

§ 65. Verificazioni dello squadro graduato.

Affinchè lo squadro graduato possa soddisfare all'uffizio cui è destinato, cioè di dare la misura dell'angolo formato da due piani verticali condotti pel centro dello stromento, egli è necessario verificare:

1° *Se coincidendo i due zeri, ed essendo orizzontale il piano superiore del cilindro, i traguardi delle due parti dello stromento si corrispondono, e si trovano nello stesso piano verticale condotto per l'asse.*

2° *Se la graduazione è esatta.*

1ª *Verificazione.* Per verificare se i traguardi delle due parti dello squadro si corrispondono, cioè se sono contenuti in uno stesso piano verticale allorchè i due zeri coincidono, ed il piano del cilindro è orizzontale, si dirigerà una visuale pel

traguardo superiore ad una linea verticale collocata a piccola distanza, uno spigolo di un muro ad esempio od un filo a piombo. Ora se coincidendo i due zeri, si osserverà eziandio la stessa linea dal traguardo inferiore, si dirà che i due traguardi si corrispondono, cioè entrambi sono contenuti nello stesso piano verticale. In caso contrario, vale a dire se dal traguardo inferiore si scoprirà un altro oggetto, si conchiuderà che il piano passante pel traguardo superiore fa un angolo con quello condotto dal traguardo inferiore, ovvero è parallelo a quest'ultimo.

Si ha il valore di una tale differenza, detta *errore di collimazione* o *di parallelismo*, il quale è costante, osservando di quanto si scosta dallo zero della graduazione lo zero dell'indice, allorchè i due traguardi si corrispondono. Suppongasi questo eguale a — 1°, cioè che lo zero dell' indice si trovi di 1° alla sinistra dello zero della graduazione, supponendo quest'ultima procedere da sinistra a destra. Egli è chiaro che, ponendo in coincidenza i due traguardi, il punto di partenza per la misura degli angoli corrisponderà in tal caso, non già a 0°, ma a — 1°; onde ogni angolo letto secondo la graduazione di questo stromento, sarebbe di 1° minore dell'angolo percorso dal traguardo superiore; perciò l'angolo dato dallo stromento dovrà essere accresciuto di 1° per ottenere la vera misura di quello osservato. Si diminuirebbe per lo contrario se, coincidendo i due traguardi, l'indice si trovasse alla destra dello zero della graduazione. Si potrebbe operare senza tener conto dell'errore di collimazione o di parallelismo, facendo coincidere i due zeri e mirando i due oggetti col solo traguardo del cilindro mobile. In tal caso il traguardo inferiore più ad altro non servirebbe se non che ad osservare, prima e dopo della misura, un punto in lontananza, onde riconoscere se lo stromento nel corso delle operazioni siasi o no mantenuto sempre nella medesima posizione.

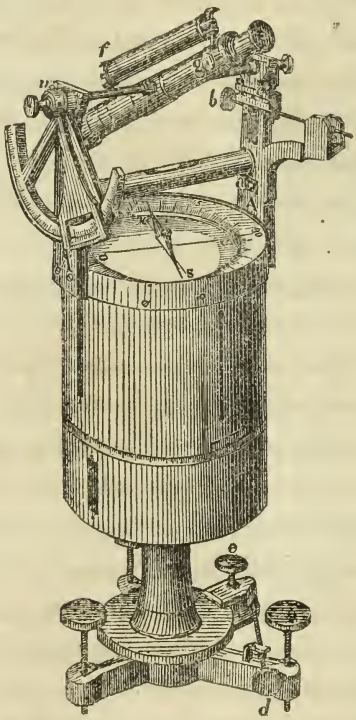
Per verificare poi se i piani verticali in cui si muovono i traguardi ed i fili corrispondenti passano per l'asse del cilindro, si fanno coincidere i due zeri, e si traccia per uno dei traguardi e filo opposto della parte superiore un allineamento, il quale

si prolungherà anche nella direzione opposta. Se facendo quindi percorrere all'indice un arco di 180°, l'allineamento passerà ancora pel traguardo e pel filo opposto, i piani predetti passeranno per l'asse, e l'istromento sarà esatto. In caso contrario converrà rimandarlo al macchinista per l'opportuna correzione. Si opererà in modo analogo per l'altro traguardo.

2ª *Verificazione*. Si riconosce se la graduazione è esatta misurando coll'istromento diversi angoli, ed osservando se la somma o differenza loro combina perfettamente colla misura diretta.

Oggigiorno si usano squadri graduati in cui la linea di mira è determinata, non più da un semplice traguardo, ma dall' asse ottico di un cannocchiale con micrometro (fig. 123). *(Vedasi a*

Fig. 123.



tal riguardo la diottra all'articolo della tavoletta pretoriana). Con tale stromento, la 1ª verificazione si opera nello stesso modo indicato pei due traguardi dello squadro graduato, cioè la linea

di mira ed il traguardo inferiore debbono coprire lo stesso oggetto, quando i due zeri coincidono. Se ciò non ha luogo, l' osservatore è in grado di operare da sè l' opportuna correzione, riconducendo l'asse ottico sul piano del traguardo, mercè due piccole viti che stanno a fianco del micrometro, le quali (facendole girare col mezzo di una chiave simile a quella da orologio) imprimono al micrometro stesso un movimento laterale.

L'asse ottico del cannocchiale (il quale in questo stromento si suppone perpendicolare all'asse di rotazione) deve inoltre, quando il piano superiore dello stromento è orizzontale, descrivere, nel suo movimento di rotazione attorno al proprio asse, un piano verticale; locchè si verifica osservando, se l'incrocicchio dei fili del micrometro percorre costantemente una linea verticale, lo spigolo d'un muro ad esempio od un filo a piombo. Se ciò non ha luogo, si conchiuderà che l'asse di rotazione attorno a cui si muove il cannocchiale è inclinato all'orizzonte. Si opera la relativa correzione mercè due piccole viti, le quali innalzando od abbassando un'estremità dell'asse di rotazione, mutano l'inclinazione dell'asse stesso, il qnale riescirà orizzontale quando l'asse ottico percorrerà una linea verticale.

Per le altre verificazioni si opera come per lo squadro graduato semplice. Lo stromento può muoversi attorno all' asse e rendersi fermo colla vite d'arresto *e*, la quale si chiude quando la visuale si trova vicino all'oggetto di destra a cui si deve mirare. Una vite *d*, detta di richiamo, imprime leggieri movimenti all'intero cilindro, onde raggiungere il preciso puntamento sull'oggetto stesso.

L'istromento porta inoltre un eclimetro per la misura degli angoli di elevazione e di depressione (*Vedasi per l'eclimetro e per la misura di detti angoli l'articolo sulla tavoletta pretoriana*).

Onde ottenere coll'eclimetro gli angoli d' elevazione e di depressione, è necessario, che quando lo zero dell' eclimetro e quello del rispettivo indice coincidono, l'asse ottico del cannocchiale sia orizzontale. Si verifica se questa condizione esiste, tracciando esattamente sul terreno, all'altezza del cannocchiale,

una linea orizzontale col mezzo di un livello a bolla d'aria o di un altro stromento. Collocando in seguito l'asse ottico del cannocchiale sul prolungamento di questa linea, si osserverà se in questa posizione i due zeri coincidono; in caso contrario si faranno coincidere, schiudendo le viti superiori dell' indice, le quali rendono quest'ultimo libero ed indipendente dai movimenti del cannocchiale; e si chiuderanno di bel nuovo dopo operata la correzione, accertandosi per altro che il cannocchiale si trovi ancora diretto secondo la linea orizzontale. Risulta quindi da ciò che ogni qualvolta i due zeri coincideranno, si avrà la certezza che l'asse ottico è orizzontale.

Un livello *f* a bolla d'aria sta sovrapposto al cannocchiale nel senso longitudinale. La bolla d' aria, per mezzo delle due viti superiori venendo ricondotta nel mezzo del tubo del livello, quando l'asse ottico è orizzontale, accennerà ai lievi movimenti che potrebbero succedere nel cannocchiale, dallo spostamento dell'indice, nell'atto della correzione predetta; onde la condizione dell'orizzontalità dell'asse ottico sarà assicurata, ogni qual volta la bolla d'aria si troverà nel mezzo del tubo.

Un ago calamitato sta sospeso al centro del piano superiore del cilindro, sul quale è segnata una circonferenza graduata, il cui diametro 0° è 180° si può approssimativamente porre nello stesso piano descritto dalla linea di mira; onde lo stromento con tale aggiunta potrebbe servire eziandio di bussola topografica (*Vedasi l'articolo sulla bussola topografica*).

Vuolsi per ultimo avvertire che un livello collocato inferiormente al cannocchiale, serve a stabilire l'orizzontalità del piano superiore del cilindro. Si fissa la bolla d'aria nel mezzo del tubo colle viti de'piedi dello stromento, avendo cura di stabilire l'orizzontalità in due posizioni del livello l'una all'altra perpendicolare. L'asse del livello deve essere parallelo al piano superiore del cilindro; locchè si verifica facendo girare di 180° l'intero stromento sul proprio asse di rotazione. Se il livello è parallelo al piano predetto, la bolla d'aria continuerà a rimanere nel mezzo: se ciò non succede, si correggerà metà dell' errore

colle viti de'piedi dello stromento, e metà colla vite A, la quale innalza od abbassa un'estremità del tubo del livello (*Vedasi per il principio di questa correzione quella analoga nel teodolite).*

§ 66. Levata de'piani collo squadro graduato.

Considerato lo squadro graduato siccome un vero goniometro, pare in sulle prime potersi il medesimo utilmente impiegare nelle operazioni di triangolazione per una rete topografica; ma la picciolezza del diametro del cilindro, il facile spostamento, per una lieve causa, dalla posizione in cui collocasi per misurare gli angoli, ed infine la breve distanza a cui si può mirare, non permettono di raggiungere un grado considerevole di precisione: ondechè lo squadro graduato è più specialmente impiegato per la levata dei particolari, anzichè nelle operazioni di triangolazione (*a*).

La costruzione di una figura simile a quella proiettata del terreno, che è ciò che costituisce un piano topografico, va eseguita cogli stessi metodi stabiliti dalla geometria per la costruzione delle figure eguali o simili ad altre figure determinate. Così, dovendosi costrurre un poligono simile a un altro dato, si possono impiegare tre diversi metodi:

1° Conducendo dalle estremità di una retta o base che può anche essere un lato del poligono, delle rette a tutti i vertici, e misurando gli angoli che ogni retta fa colla base o col lato stesso; e rapportando quindi questi angoli sull'omologo della base; in tal guisa la figura simile che risulterà da quest'operazione avrà i vertici determinati, mediante intersezioni;

2° Misurando successivamente tutti gli angoli del poligono dato, e tutti i lati; e costruendo quindi con questi dati la figura simile secondo il rapporto stabilito;

3° Finalmente, decomponendo il poligono dato in triangoli

(*a*) Gl'ingegneri di ponti e strade ed i geometri del catasto fanno uso frequente di questo stromento.

per mezzo di linee rette, condotte da uno de'vertici del poligono o da un punto preso nell'interno o fuori del medesimo; e misurando quindi gli angoli fatti attorno a questo punto dalle rette anzidette, due a due, e le lunghezze delle rette stesse. Con tali dati si potrà costrurre una figura simile a quella proposta.

Per la costruzione adunque sopra un piano di una figura simile a quella proiettata del terreno, si potranno impiegare o l' uno o l'altro de'metodi sovra indicati, a seconda dei dati che saranno somministrati dall'operazione della levata. Ond'è che a tre si riducono pur anche i metodi di operare collo squadro graduato , ed in generale con un goniometro qualsiasi, nella levata di un piano: metodi corrispondenti a quelli delle costruzioni geometriche surriferite.

1° Metodo delle intersezioni.

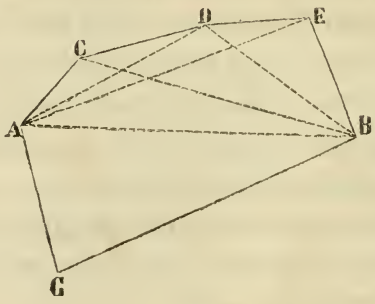
2° Metodo delle successive stazioni o, come dicono i Francesi, di *cheminement.*

3° Metodo di una stazione nell' interno del poligono da levare.

1° *Metodo delle intersezioni.*

Trattandosi di levare ad esempio una porzione di terreno racchiusa nel perimetro ACDEBG (fig. 124), si comincierà col mi-

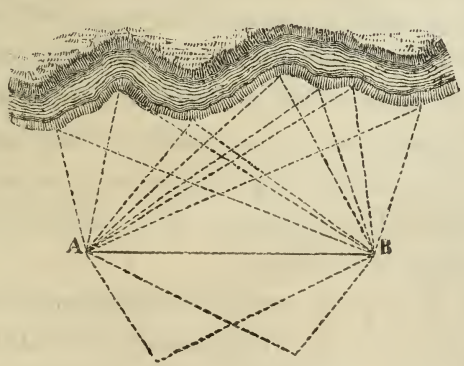
Fig. 124.



surare una base AB sopra il terreno con una catena o canna metrica; si farà quindi stazione alle due estremità A e B di questa base, e si misureranno col goniometro tutti gli angoli che fanno le visuali dirette agli oggetti o punti C, D, E, G, colla base stessa.

Il valore degli angoli misurati verrà notato sopra un apposito registro, per poter poi rapportare i medesimi sopra il foglio di carta destinato a ricevere il piano topografico. La costruzione grafica di questo riesce semplicissima. Si avrà cura anzitutto di segnare, secondo la scala stabilita, la base AB giusta la vera sua posizione sul terreno, locchè verrà dato dalla rete topografica, alla quale dev'essere coordinata ogni levata. Gli angoli si rapporteranno sulla carta, partendo dalle due estremità A e B della base sul piano, o col rapportatore, ovvero mediante le tavole delle corde; le intersezioni che risulteranno dal prolungamento dei lati degli angoli descritti, determineranno sul piano le corrispondenti posizioni dei punti C, D, E, G; epperciò le distanze fra loro corrisponderanno a quelle del terreno, quantunque non misurate, sempre però secondo il rapporto indicato dalla scala del piano. In una parola la figura descritta sul piano sarà simile a quella del terreno. Queste distanze, se l'operazione è stata ben fatta, potranno servire come altrettante piccole basi per determinare altresì, per intersezioni, altri punti non visibili dalla precedente base AB, cioè dalle stazioni A e B.

Fig. 125.



Oltre alla sua semplicità, il metodo delle intersezioni porge il vantaggio eziandio di poter ottenere le distanze inaccessibili. Vuolsi però porre ogni cura, per quanto è possibile, di non misurare che angoli ben condizionati, cioè quelli che non sono nè

troppo ottusi, nè troppo acuti, onde ottenere precise e ben definite intersezioni.

Il metodo delle intersezioni può riuscire assai utile per levare un tratto di fiume o torrente, o di strada, che presenti varii seni (come nella figura 125). In questo caso basterà scegliere una base AB, dalle cui estremità si possano scorgere i seni del fiume, e trasportarsi successivamente col goniometro ai punti A e B per prendere la misura dell'angolo che ogni seno segnalato fa colla base: con tali dati si potrà facilmente tracciare il piano.

2° *Metodo delle successive stazioni* (cheminement).

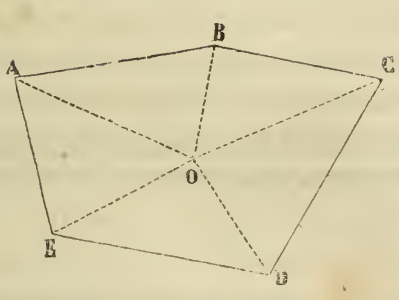
Col metodo delle intersezioni si cade spesso nell' inconveniente di dover impiegare angoli troppo acuti o troppo ottusi che conducono ad un tracciamento difettoso ; si preferisce perciò talvolta il metodo delle successive stazioni , cioè di fare altrettante stazioni quanti sono i vertici del poligono, e misurare ogni angolo del medesimo e la distanza fra l'una e l' altra stazione. Tale metodo sarà sempre da praticarsi per una levata di poca estensione e sur un terreno piano. Non è però necessario di misurare tutti gli angoli e tutti i lati, perchè un poligono è determinato, allorchè si conoscono tutti i lati , meno due , e tutti gli angoli, meno uno, oppure quando si conoscono tutti i lati, meno uno, e tutti gli angoli, meno due; ma siccome potrebbesi di leggeri cadere in errore, così varrà meglio misurare tutti gli elementi del poligono. Un mezzo per controllare la misura degli angoli impiegando questo secondo metodo, egli è quello di verificare se la somma degli angoli interni del poligono è uguale, ne'limiti della tolleranza, a tante volte 180° quanti sono i lati del poligono, meno 360°.

3° *Metodo di una sola stazione nell'interno del poligono.*

Collocato ad un dipresso il goniometro al centro O del poligono ABCDE od in quell'altro sito più conveniente da dove si possano scoprire i vertici (fig. 126), si misureranno tutti gli angoli al punto di stazione, e le distanze da questo agli oggetti A,B,C,D,E. Il poligono sarà in tal guisa determinato e si potrà facilmente disegnare sulla carta , giusta la scala prestabilita ,

collegandone la posizione cogli altri punti già stabiliti sul piano.

Fig. 126.



Sebbene siansi distinti tre metodi per la levata con un goniometro, non devesi però conchiudere che in ogni levata s'impieghi un solo di essi; chè il più sovente vengono tutti e tre promiscuamente adoperati a seconda delle circostanze, e delle accidentalità del terreno.

Vuolsi pertanto avvertire, che per operare esattamente collo squadro graduato, è bene di non mirare al di là di 300 metri. E per ultimo, circa al modo di raccogliere i dati necessarii per la rappresentazione del terreno ed al modo di segnare le curve orizzontali, si opererà colle stesse norme che verranno indicate all'articolo sulla tavoletta pretoriana.

ARTICOLO QUINTO

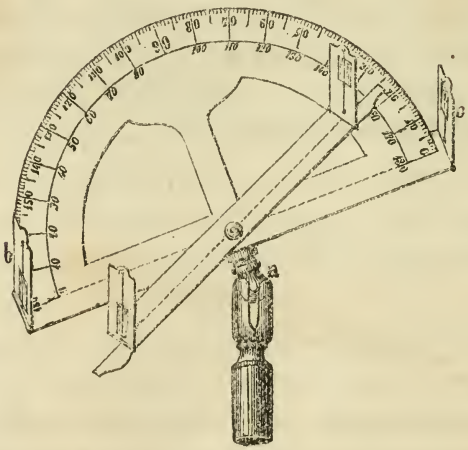
Del Grafometro

Descrizione del Grafometro. — Alidada a traguardi. — Modo di misurare un angolo. — Verificazioni e correzioni dello stromento. — Soluzione di alcuni problemi del grafometro.

§ 67. Descrizione del Grafometro.

Sebbene questo goniometro non sia più guari in uso, dacchè vennero costrutti e perfezionati altri stromenti di gran lunga superiori, tuttavia potendo accadere di dover impiegare il grafometro, si ravvisa opportuno di darne qui in appresso la descri-

Fig. 127.



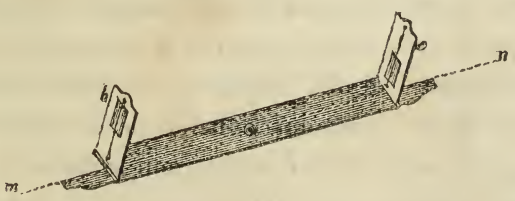
zione, accennando altresì brevemente al suo uso. Non si consiglia però mai l'uso di tale stromento, salvo il caso in cui non si possa fare altrimenti.

Il grafometro è uno stromento destinato a misurare gli angoli che formano le visuali dirette nello spazio ad oggetti determinati. Esso viene perciò compreso fra i goniometri e si compone di un semicircolo, il cui lembo è diviso, come il rapportatore, in gradi e mezzi gradi; esso è munito di due alidade, che servono per mirare gli oggetti; l'intiero stromento è sostenuto da un ginocchio *a* (fig. 127) che permette di stabilirlo in un piano a piacimento ed anche nel senso verticale. Sul prolungamento del ginocchio havvi un tubo il quale si applica sopra un treppiede.

§ 68. Alidada a traguardi.

L'alidada considerata isolatamente (fig. 128), altro non è che una riga, la quale porta alle sue estremità due lame di ottone *b*, *c*, perpendicolari alla riga stessa, sulla quale esse sono articolate a cerniera: su queste lame sono praticate due piccole fessure longitudinali strettissime, dette *traguardi*, lungo le quali si fa passare la linea di mira che si dirige agli oggetti. Due piccole aperture o finestre l'una dalla metà in su, e l'altra dalla metà in giù, nel mezzo delle quali è teso un filo di seta o di crine finissimo, perpendicolare alla riga, ed in direzione dei

Fig. 128.



traguardi, permettono di poter meglio distinguere i punti di mira. La traccia *mn* del piano che passa per i traguardi ed i fili corrispondenti col piano della riga, chiamasi *linea di fede* o *fiduciale*. D'ordinario nelle alidade isolate, le quali servono a segnare la traccia di un piano verticale sur un piano orizzon-

tale, si dispongono i traguardi in modo che la linea di fede coincida con uno degli orli della riga.

Per mirare coll'alidada un segnale od oggetto qualsiasi, si dirige la visuale al medesimo, facendola passare per un traguardo e filo opposto, in modo che il filo stesso copra il punto che si vuol mirare. Il piano passante pei traguardi, che dicesi *piano di collimazione*, da collimare (mirare), deve essere perpendicolare al piano della riga e comprendere la linea fiduciale. Si verifica se questa condizione è adempiuta col segnare sopra un piano, dopo aver mirato uu oggetto coll'alidada, la traccia *mn* della linea di fede: quindi rivolgendo l'alidada, si pone la linea *mn* in coincidenza con quella segnata precedentemente, e si osserva pel nuovo traguardo se la linea di mira copre lo stesso oggetto. Se l'alidada è ben costrutta, il piano di collimazione si confonderà col primo; se ciò non ha luogo, egli è chiaro che i traguardi o non sono perpendicolari alla riga, ovvero, se perpendicolari, non cadono sulla linea fiduciale; epperciò essi determinano due differenti piani di collimazione. La posizione dei traguardi deve dunque essere corretta a tastone, sino a che nelle due posizioni dell'alidada, si scorga sempre lo stesso oggetto.

Vuolsi però avvertire che potrebbe succedere il caso ove, un solo essendo il piano di collimazione, la linea di fede segnata sull'alidada non fosse la vera traccia di questo col piano della riga; e ciò avverrà quando il piano di collimazione, tuttochè perpendicolare al piano della riga, intersechi la linea di fede in un punto egualmente distante dai due traguardi; in allora ben si comprende che nelle due posizioni dell'alidada, si vedrebbe sempre lo stesso oggetto, ma la linea fiduciale non sarebbe la vera traccia del piano di collimazione. Oltrecchè questa deviazione, ove esistesse, sarebbe assai tenue; essa non influirebbe d'altronde per nulla nel risultato delle operazioni, perchè un solo sarebbe sempre il piano di mira, e perciò l'angolo formato da due visuali, si troverebbe determinato come se la traccia del piano stesso si confondesse coll'intera linea fiduciale.

Delle due alidade di cui va munito il grafometro, l'una è fissa e collocata lungo il diametro 0° e 180° del semicircolo, in modo che la linea fiduciale coincide col diametro stesso; l'altra mobile è congiunta allo stromento per mezzo di un perno, posto al centro del circolo, attorno al quale essa gira, potendo in tal guisa percorrere colle sue estremità tutta la graduazione.

Invece di alidade a traguardi semplici, oggigiorno si fa uso d'alidade a cannocchiali, di cui si parlerà all'articolo della tavoletta pretoriana, volendo limitare in questo la descrizione del grafometro alla sua costruzione antica, munito cioè di alidade a traguardi semplici.

§ 69. Modo di misurare un angolo.

Premesse queste nozioni, sarà facile comprendere come si possa misurare col grafometro un angolo fra due oggetti. Per tal fine si fa girare lo stromento sul suo perno sino a che esso si trovi nel piano degli oggetti e l'alidada fissa sia diretta sopra uno dei medesimi; quindi si fa girare l'alidada mobile sino a che la visuale passante pei traguardi copra l'altro oggetto; si osserverà il numero dei gradi che segna sulla circonferenza la linea di fede, e questo sarà l'angolo che fanno tra loro i due raggi visuali che partono dal centro del circolo e sono diretti ai punti mirati. Se l'angolo che si osserva oltrepassa 180°, si misurerà in due volte, prendendo un oggetto intermedio che divida in due l'angolo intero.

Per misurare un angolo verticale, cioè l'angolo che forma una visuale diretta ad un punto od oggetto colla verticale del luogo d'osservazione, si fa girare il semicircolo sul suo perno, in modo a condurre, per mezzo d'un filo a piombo, il diametro 0° e 180° nella direzione della verticale stessa, ed il piano del semicircolo nel piano verticale passante pel punto di stazione e per quello che si mira: quindi si dirige l'alidada mobile sul punto od oggetto, e si avrà l'angolo che la visuale diretta all'oggetto fa colla verticale o linea zenitale del luogo di stazione, leg-

gendo il numero di gradi che segnerà la linea di fede. Questo angolo chiamasi la *distanza zenitale* del punto od oggetto mirato, se lo zero della graduazione si trova allo zenit.

§ 70. Verificazioni e correzioni dello stromento.

A far sì che il numero dei gradi, dato dal grafometro, sia il vero angolo al centro, dei raggi visuali condotti agli oggetti mirati, importa di verificare essenzialmente:

1° Che il centro dell'asse di rotazione dell'alidada mobile sia al centro del circolo.

2° Che il piano di collimazione dell'alidada mobile passi pel centro del semicircolo.

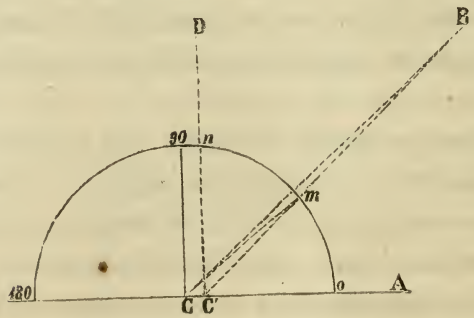
3° Che i fili delle due alidade si trovino nello stesso piano, quando la linea di fede dell'alidada mobile coincide col diametro 0° e 180°.

4° Finalmente, che le divisioni del semicircolo siano esatte, cioè uguali.

1ª *Verificazione. Il centro dell'asse di rotazione dell'alidada mobile dev'essere il centro del circolo.*

Ognuno comprenderà facilmente che se l'alidada mobile gi-

Fig. 129.



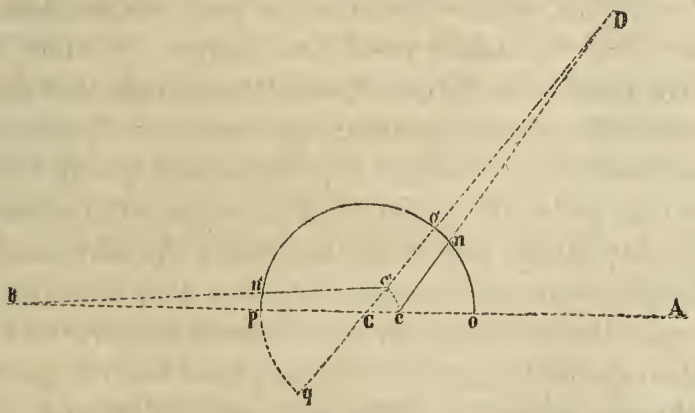
rasse attorno ad un punto C' (fig. 129) che non fosse il centro C del semicircolo, l'angolo fra due oggetti A e B, cioè l'angolo ACB, verrebbe dato dall'arco *om*, il quale è minore del vero. Così

pure se si conducesse con uno squadro una perpendicolare C'D, l'angolo retto DC'A verrebbe dato dall'arco *on*, il quale, come ognun vede, è segnato sul semicircolo da un arco minore di 90 gradi.

Operando adunque con un simile grafometro, si otterrebbero grandezze minori delle reali, nella misura degli angoli. Questo errore sarebbe nullo, nella circostanza speciale in cui l'alidada mobile si confondesse col diametro, ed il maggiore possibile, quando essa fosse in una direzione perpendicolare al diametro stesso.

Per verificare adunque se lo stromento è ben centreggiato, si traccierà dapprima un allineamento ACB sul terreno (fig. 130); quindi collocato il grafometro in un punto C di questo allineamento, si osserverà l'angolo DCA. Supposto il perno dell'alidada mobile in *c*, la misura di quest'angolo verrebbe data dall'arco *on*. Operando in modo analogo per la misura dell'angolo

Fig. 130.



DCB, supplemento di DCA, collocando cioè l'alidada fissa nella direzione CD, e collimando al punto B colla mobile, il cui perno *c* verrebbe in *c'*, la misura di quest'angolo sarebbe indicata dall'arco *o'n'*. Ora la somma de' due archi *on* e *o'n'* è evidentemente minore di 180°; locchè non avverrebbe se il perno dell'alidada mobile coincidesse col centro del semicircolo.

D'ordinario l'errore d'eccentricità è tenue, onde si può quasi sempre trascurare: ma se per avventura fosse considerevole, converrebbe far correggere lo stromento dal macchinista.

2ª *Verificazione. Il piano di collimazione dell'alidada mobile deve passare pel centro del semicircolo.*

Onde la misura degli angoli sia esatta, egli è necessario che un solo sia il piano di collimazione dell' alidada mobile, perchè in caso contrario la linea di fede prenderebbe due posizioni diverse, osservando lo stesso oggetto prima e dopo il rivolgimento dell'alidada; epperciò la misura degli angoli si troverebbe alterata.

Per questa verificazione e relativa correzione, si osserverà quanto si è detto in proposito al § 68.

3ª *Verificazione. I fili delle due alidade devono trovarsi nello stesso piano, quando la linea di fede dell'alidada mobile coincide col diametro* 0° *e* 180°.

Per operare questa verificazione si pone in coincidenza la linea di fede dell'alidada mobile col diametro 0° e 180°, e si osserva quindi se in tale posizione i traguardi delle due alidade si confondono, cioè se sono contenuti in uno stesso piano. Se vi ha una differenza, si corregge la posizione dei traguardi dell'alidada fissa, ponendoli in coincidenza con quelli della mobile: ovvero (non potendosi operare questa correzione) si tien conto della differenza, detta *errore di collimazione*, osservando cioè di quanto si scosta la linea di fede dell'alidada mobile dal diametro 0° e 180°, quando i quattro traguardi sono in coincidenza. Una tale quantità dovrà essere aggiunta o sottratta ad ogni angolo misurato, a norma di quanto si è detto in proposito per lo squadro graduato.

L'errore di collimazione non influirebbe per nulla nella misura di un angolo, ove si osservassero i due oggetti colla sola alidada mobile: ma quest'operazione riesce alquanto incomoda per la disposizione dei traguardi fissi; onde varrà meglio tener conto dell'errore di collimazione, ed osservare colle due alidade.

4ª Verificazione. Le divisioni del semicircolo devono essere esatte, cioè uguali.

Per riconoscere infine se le divisioni del semicircolo sono esatte, si può misurarne alcune con un buon compasso; o meglio ancora si misurano diversi angoli, e si osserva se la somma o differenza loro combina perfettamente colla misura diretta.

Quando il grafometro soddisfarà a tutte le condizioni prescritte, esso sarà riconosciuto esatto ed atto alla misura degli angoli. Vuolsi però avvertire che, siccome l'angolo misurato nello spazio fra due oggetti dev'essere per la costruzione del piano topografico ridotto all' orizzonte, così se ne dovrà operare l' opportuna riduzione per mezzo del calcolo trigonometrico. D' ordinario una siffatta riduzione si tralascia nella levata de' particolari, non essendo essa rilevante, e si opera soltanto trattandosi di formare una rete topografica. Per altro se il grafometro andasse munito di un livello, si disporrebbe il semicircolo orizzontale, e così l'angolo misurato sarebbe ridotto all'orizzonte.

Cade qui in acconcio osservare che la maggior parte dei grafometri antichi a traguardi semplici, oltre a non somministrare gli angoli ridotti all'orizzonte, non offrono molta precisione per la determinazione di una rete trigonometrica d'una certa estensione. Per altra parte, nella misura degli angoli nel piano degli oggetti, si è costretti di mutare ogni volta la posizione del semicircolo, locchè rende questo stromento di un impiego assai incomodo. Per queste considerazioni adunque, il grafometro oggigiorno non è più guari in uso.

§ 71. Soluzione di alcuni problemi col grafometro.

Nell'avvertire che la levata di un piano col grafometro si opera cogli stessi principii indicati per lo squadro graduato, si compirà pertanto il presente articolo colla soluzione di alcuni problemi relativi alla misura delle altezze, i quali varranno a far

meglio comprendere l'uso del grafometro per la misura delle distanze zenitali.

Determinare l'altezza di un edificio nei seguenti casi:

1° *L'edificio essendo accessibile al suo piede, e di livello col luogo d'osservazione.*

2° *L'edificio essendo accessibile al suo piede, ma non di livello col luogo d'osservazione.*

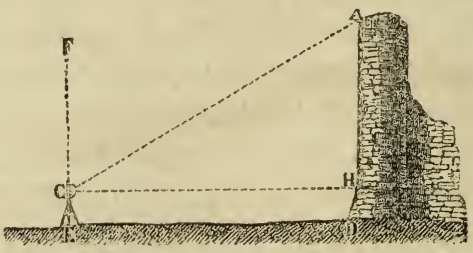
3° *L' edificio essendo di livello col luogo d' osservazione, ma inaccessibile al suo piede.*

4° *L' edificio essendo inaccessibile al suo piede, e non a livello col luogo d'osservazione.*

Primo caso. *Determinare l'altezza d'un edificio accessibile al suo piede, e di livello col luogo d'osservazione.*

Sia AD l'altezza che si vuol determinare: scelgasi sul terreno supposto orizzontale un punto qualsiasi E, dal quale si possa andare direttamente al piede D dell'edificio (fig. 131).

Fig. 131.



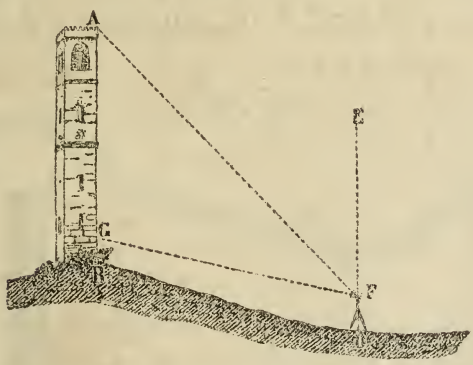
Si disponga il diametro 0° e 180° del grafometro verticale nel piano che passa pei punti A ed E, e si assicuri in questa posizione; quindi si faccia girare l' alidada mobile sino a che si scopra la sommità A dell'edificio. S'immagini ora la linea orizzontale che partendo dal centro C del grafometro vada ad intersecare la verticale AD in H; il grafometro darà la misura dell'angolo ACF, cioè la distanza zenitale di A misurata al punto C, e per conseguenza si conoscerà l'angolo ACH complemento di ACF; finalmente si misuri ED, che sarà uguale a CH. Nel triangolo ACH

rettangolo in H si conosceranno il lato CH e l'angolo ACH; onde si avrà la distanza AH=CH × *tang.* ACH, alla quale aggiungendo l'altezza EC dell'istromento, si avrà quella AD dello edificio.

Quantunque la distanza ED sia arbitraria, tuttavia converrà sceglierla in modo, che l'angolo ACH non riesca troppo acuto. Se quest' angolo riuscisse di 45 gradi, ED sarebbe uguale ad AH.

Secondo caso. *Determinare l'altezza di un edificio accessibile al suo piede, ma non di livello col luogo d'osservazione.*

Fig. 132.



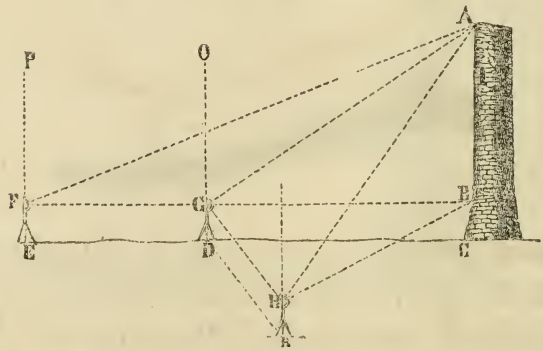
Se il terreno sul quale si opera non fosse di livello col piede dell'edificio, si fisserebbe, sulla superficie del medesimo, un punto G, in guisa che BG fosse uguale a DF, altezza dell' istromento (fig. 132). Quindi si misurerebbe l'angolo AFG; mettendo di poi il grafometro col diametro nella posizione verticale, si misurerebbe pur l'angolo AFE che sarebbe uguale a FAG; finalmente si misurerebbe la distanza DB=FG. Nel triangolo AGF si conoscerebbero adunque gli angoli ed il lato FG, e si potrebbe perciò calcolare AG, a cui aggiungendovi l'altezza dell' istromento FD=GB, si avrebbe l'altezza totale AB della torre.

Terzo caso. *Determinare l'altezza di un edificio di livello col luogo d'osservazione, ma inaccessibile al suo piede.*

1ª *Soluzione.* Scelgasi un punto E sul prolungamento di CD (fig. 133), e si misurino come negli esempi precedenti gli angoli AGO,AFP, e la distanza ED=FG: si conosceranno così nel triangolo AFG il lato FG, l'angolo AFG, complemento di AFP, e l'angolo AGF=AGO+90°. Si calcolerà il lato AG; onde nel triangolo AGB saranno cogniti il lato AG, l'angolo AGB complemento dell'angolo misurato AGO, e l'angolo retto in B; risolvendo questo triangolo si avrà il lato AB, al quale aggiungendo l'altezza dell'istromento GD=BC, si avrà l'altezza cercata AC dell'edificio.

Succede sovente che dopo aver fatta la stazione in D, non si trovi nella direzione orizzontale di CD nessun punto che sia di livello col piede C dell'edificio; in tal caso si sceglie sul terreno un punto qualunque R, in guisa però che si possa mi-

Fig. 133.



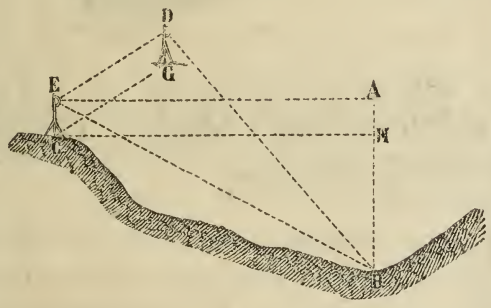
surare la distanza DR; quindi si misurano gli angoli BGH e BHG: ciò posto, si potrà risolvere il triangolo BGH, ed ottenere così il lato BG che appartiene anche al triangolo ABG, nel quale si conoscono pure gli angoli. Si potrà dunque calcolare l'altezza AB, alla quale si aggiungerà BC=GD per avere l'altezza intiera AC dell'edificio.

2ª *Soluzione.* Se non si potesse trovare un punto R, tale da poter scoprire il punto B (fig. 133), si misureranno in tal

caso gli angoli AHG,AGH; risolvendo quindi il triangolo AGH si avrà la distanza AG; poscia, misurando l'angolo AGB, si avranno tutti gli elementi necessarii per calcolare il triangolo rettangolo ABG, nel quale si conosceranno l'ipotenusa ed un angolo acuto; onde si potrà calcolare l'altezza AB, e per conseguenza si avrà l'altezza AC richiesta.

Qualora si volesse trovare la profondità BH, vale a dire la differenza di livello fra un punto di stazione C ed il fondo B, di una valle ad esempio (fig. 134), si misurerebbe da un punto G di livello con C l'angolo EDB, e dalla stazione C l'angolo DEB. Ora risolvendo il triangolo DEB, nel quale la distanza

Fig. 134.



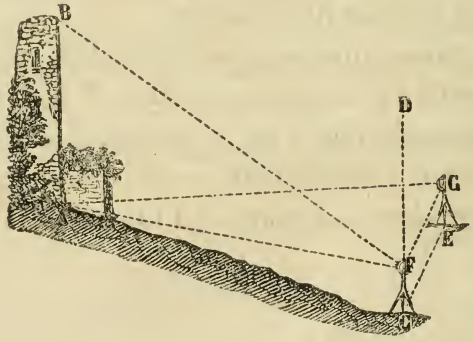
DE=CG può essere misurata, si avrà il lato BE: quindi misurando la distanza zenitale di B al punto E, si avrà l'angolo AEB, cioè l'angolo che la visuale EB fa coll'orizzontale EA. Si conoscerà perciò nel triangolo rettangolo EAB l'ipotenusa BE, e l'angolo acuto AEB; per conseguenza si potrà calcolare la profondità AB, da cui sottraendo AH=EC, altezza dello stromento, si otterrà la profondità BH della valle, ossia la differenza di livello tra i punti C e B.

Quarto caso. *Determinare un'altezza inaccessibile al suo piede, e non a livello col luogo d'osservazione.*

In questo caso si misureranno gli angoli BFD,AFD (fig. 135); quindi si farà collocare una biffa in un punto qualunque E, e si misureranno gli angoli AFG e AGF, non che la distanza CE=FG.

Nel triangolo AFG si conosceranno il lato FG e gli angoli adiacenti, e si potrà perciò calcolare il lato AF.

Fig. 135.



Il triangolo ABF, mercè del lato AF che si è calcolato, e gli angoli in B ed in F cogniti, somministrerà il mezzo di poter calcolare l'altezza AB dell'edificio.

ARTICOLO SESTO.

Della Bussola Topografica.

—

Proprietà dell'ago calamitato. Declinazione ed inclinazione. — Descrizione della Bussola Topografica. — Verificazioni e correzioni dello stromento. — Levata de' Piani colla Bussola. — Bussola declinata. — Tracciamento di una linea meridiana sul terreno. — Trovare la capitale d' un saliente a cui non si può avvicinare. — Conclusione intorno all' uso della Bussola.

—

§ 72. Proprietà dell'ago calamitato. — Declinazione ed inclinazione.

Lo stromento, di cui prendesi a trattare in questo articolo, atto alla levata dei piani topografici, è fondato sulla proprietà che ha l'ago magnetico, ovvero calamitato, di prendere, per regioni poco distanti l' una dall' altra, una direzione costante quando sia sospeso liberamente (*a*).

L'ago calamitato è una lamina sottile d'acciaio aguzza alle sue estremità, la quale ha ricevuto la facoltà magnetica, mediante il suo confregamento con due calamite in direzioni opposte e sempre nello stesso senso partendo dal centro. Si adatta alla metà della sua lunghezza e verso il centro di gravità una piccola testa (*chape*) in ottone o meglio in agata, fatta a cono, la cui som-

(*a*) Si dà il nome di calamita ad un minerale che gode della proprietà di attirare il ferro, il nickel, ed il cobalto: questi tre metalli possono pure diventare calamite artificiali, mediante certi metodi, di cui non è qui il luogo di ragionare. Oltre i tre predetti metalli si può annoverare altresì il manganese; ma quest'ultimo non ha la proprietà magnetica che ad una bassa temperatura.

mità poggia sopra un perno finissimo, su cui l'ago può muoversi liberamente. Se prima della calamitazione l' ago era orizzontale ed equilibrato sul suo perno, dopo una tale operazione esso prenderà una posizione molto inclinata all' orizzonte; ma equilibrandolo di nuovo, si riconduce l' ago all' orizzonte ed a poter liberamente girare sul suo perno.

L'ago calamitato, allorchè nulla lo impedisce di obbedire all'azione magnetica, si dirige verso il polo Nord, non però esattamente, ma facendo col meridiano terrestre un angolo che varia in ragione de' tempi e dei luoghi, seguendo una legge sino al presente ignota. La direzione che prende in tal guisa l'ago, si chiama *meridiano magnetico*, e l'angolo che tale direzione fa col meridiano terrestre dicesi *declinazione dell'ago*. Il meridiano magnetico resta perciò determinato dal piano verticale che passa per le estremità dell'ago e pel perno che lo sostiene. L'estremità dell'ago che si dirige costantemente verso il Nord prende il nome di *polo boreale*, l'altra diretta al Sud chiamasi *polo australe*. Si dice che la declinazione è *occidentale* quando l' ago devia dal nord verso l'occidente, ed *orientale* quando devia dal nord verso l'oriente. Questa declinazione varia, come è stato avvertito poc'anzi, secondo i tempi e secondo i luoghi; ma si può considerare siccome costante durante un certo tempo, non solo nello stesso sito, ma altresì in siti poco distanti l'uno dall'altro. Oggigiorno la declinazione è occidentale in Europa, orientale in America e nel Nord dell'Asia.

A Torino essa era in principio del 1860 di 19°. 42' verso l'occidente.

Dalle osservazioni fatte sembra che la declinazione aumenti in certi siti colla latitudine; in certi altri invece sia nulla, vale a dire che il meridiano magnetico coincida col meridiano del luogo.

La curva che passa fra i diversi punti, ove la declinazione è nulla, è molto irregolare; varie sono queste curve, e si chiamano *linee senza declinazione*. La posizione di queste linee non è costante; p. es., quella, che passa attualmente per l' America,

passava cento ottant'anni or sono per Parigi e Londra (*a*): così dicasi delle declinazioni, le quali variano secondo i tempi. A Parigi ad es. nel 1580 la declinazione era orientale di 11°. 30'; nel 1678 diventò occidentale di 1°. 30'; aumentò progressivamente sino a questi ultimi anni; ella è oggidì di circa 30,° e dalle osservazioni fatte ultimamente dal signor Arago, sembra che oggigiorno questa declinazione si avvicini di bel nuovo al meridiano terrestre.

Il capitano Cook, ne' suoi viaggi ai due poli, non ha mai osservato una declinazione superiore a 45°. Però in una spedizione fatta dagl'Inglesi al Polo Nord, si è osservata sul ghiaccio una declinazione di 87° occidentale, sotto la latitudine di 75°.

Si dirà ancora, riguardo alla declinazione, che dalle esperienze di Coulomb, Kupfer ed altri sembra che l'intensità magnetica di un ago calamitato diminuisca a mano a mano che la temperatura si eleva; di più, che l'ago ritornato alla sua temperatura primitiva non riprenda tutta l'intensità che esso aveva prima di giungere a quella elevata temperatura.

L'opinione di alcune persone della marina, cioè che un freddo intenso distrugga la virtù magnetica, a quanto sembra, non è abbastanza fondata.

Oltre alla declinazione, l'ago calamitato va pure soggetto ad una inclinazione sotto l'orizzonte; vale a dire, che l'uno dei poli dell'ago s'inclina sensibilmente facendo un angolo più o meno grande, secondo i siti, coll'orizzonte. Nel nostro emisfero l'estremità boreale si abbassa al di sotto dell'orizzonte, e s'innalza per lo contrario al di sopra nell'emisfero australe. A Torino l' inclinazione media boreale era in principio del 1860 di 66°. 15'; a Parigi è di circa 67°.

(*a*) Una di queste linee senza declinazione venne riconosciuta nell' Oceano atlantico, fra l'antico ed il nuovo mondo; essa taglia il meridiano di Parigi a 65° di latitudine australe; rimonta al Nord-ovest fino a 35° gradi di longitudine, e si rivolge quindi al Nord-sud costeggiando il Brasile. Se ne riconobbe un'altra che parte dall'Arcipelago, e si eleva verso il Nord, attraversando la parte orientale della Siberia.

Riguardo all'inclinazione, la legge che segue l'ago calamitato è pure incognita quanto quella della declinazione. Il capitano Philippes ha trovato un'inclinazione di oltre 82° sotto la latitudine di 79°. 44'. Nel 1830 il capitano Ross trovò un punto ove l'ago era perfettamente verticale. Tale punto ossia *polo boreale magnetico* si trovava allora a 70°. 05'. 17" di latitudine e 79°. 07'. 09" di longitudine all'ovest del meridiano di Parigi.

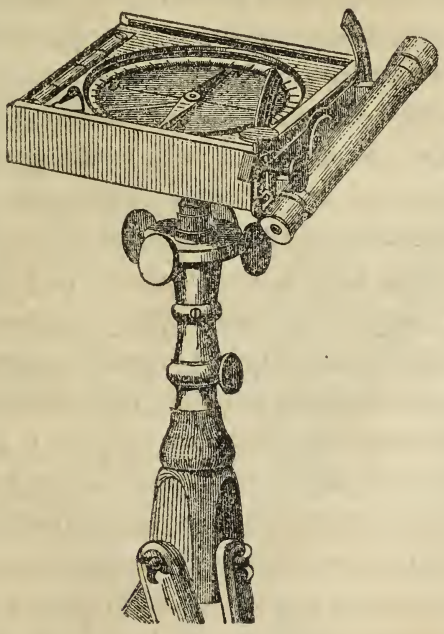
Dalle accurate e recenti osservazioni di varii fisici, pare che la diminuzione dell'inclinazione dell'ago calamitato è, in quest'epoca, generale in Europa.

L'ago magnetico va pure soggetto ad una variazione diurna particolare, e sembra che la maggiore sia fra il mese d'aprile e di luglio: queste variazioni od oscillazioni giornaliere, quasi regolari, sono da trasandarsi nel corso delle operazioni topografiche, perchè al dissotto degli errori d'osservazione; come pure non si tien conto alcuno dell'inclinazione, ma solo della declinazione, la quale è sensibilmente la stessa, come si è già detto, ne'siti poco discosti l'uno dall'altro; epperciò quando si è trovato l'asse dell'ago, vale a dire la direzione del meridiano magnetico, si può considerare questa come costante per un certo tempo, ognorachè non vi siano cause locali di perturbazione. Per poter scoprire qualche leggero cambiamento nella direzione dell'ago, bisognerebbe che i punti d'osservazione fossero distanti di più leghe. Si è conchiuso da ciò che per l'uso a cui è destinato l'ago calamitato ne' lavori planimetrici, i quali abbracciano una piccola estensione di terreno, la forza magnetica potevasi perciò considerare, siccome la gravità, che agisce in direzioni parallele; ma convien avvertire però che l'ago calamitato, andando soggetto a repentine variazioni per cause a noi nascoste, fra le quali la prossimità di materie ferruginose (delle quali abbondano i terreni delle Alpi), esso devia da quella direzione sulla quale è fondato l'impiego del medesimo nella levata dei piani, per cui talvolta accade di commettere gravi errori, senza punto accorgersene.

§ 73. Descrizione della Bussola Topografica (*a*).

Premesse queste nozioni, si prenderà a descrivere lo stromento chiamato *bussola topografica*, il quale è fondato essenzialmente sulla proprietà che ha l'ago calamitato, di rivolgersi costantemente verso il Nord magnetico.

Fig. 136.



La bussola topografica è composta di un ago calamitato sospeso sopra d'un perno, su cui può liberamente girare, e rinchiuso in una scatola quadrata o circolare di legno o di ottone(fig. 136 e 137): al fondo di essa è segnata un'intera circonferenza divisa in gradi e talvolta anche in mezzi gradi. Sulla divisione segnata 0° sta scritta d' ordinario la lettera N *(Nord)* e sull' opposta 180°

(*a*) La bussola è il principale stromento di nautica, perchè facendo conoscere la direzione del Nord, offre il mezzo di determinare la posizione della nave rispetto ai quattro punti cardinali.

la lettera S (*Sud*). Si colorisce la punta Nord dell' ago in azzurro oscuro, onde distinguerla dall'altra che si rivolge al Sud. A fianco della scatola, e parallelamente al diametro 0° e 180° è imperniata un' alidada a traguardi od un cannocchiale munito di micrometro, eclimetro e relative viti di arresto e di richiamo, come nella diottra della tavoletta pretoriana (*Vedasi, per la diottra, l'articolo sulla tavoletta pretoriana*).

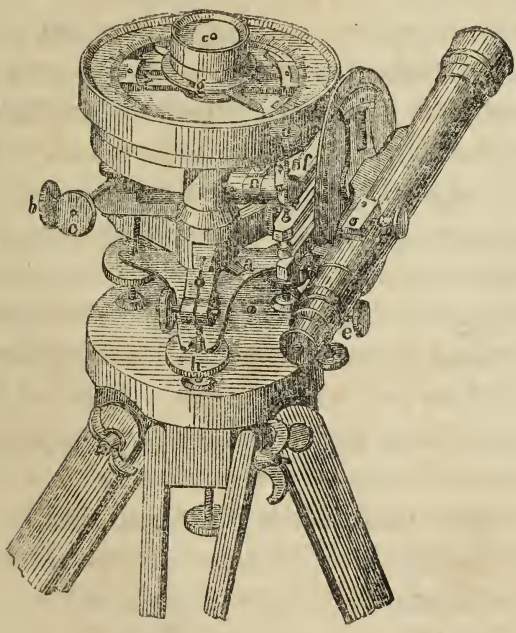
Un vetro ricopre la scatola per riparare l'ago dal vento, ed è abbastanza ravvicinato al medesimo da non poter uscire dal suo perno, quand'anche si capovolgesse lo stromento. Il perno dev'essere esattamente al centro e perpendicolare al piano del circolo. Allorchè, ultimate le operazioni della levata, vuolsi far riposare l'ago, cioè ch'esso più non si muova, si alleggerisce il perno del peso di quello, sollevandolo contro il vetro per mezzo di una piccola leva *a* (fig. 137). L' intero stromento poggia sovra un treppiede. La scatola e con essa il lembo graduato ed il cannocchiale possono girare attorno ad un asse di rotazione, mentre l'ago rimane costantemente nella direzione del meridiano magnetico. La vite *b* rende immobile la scatola, e quella *c*, detta di richiamo, è atta a fissare il preciso puntamento dell'asse ottico sull'oggetto che si mira. Lo stromento va munito d'ordinario di uno o due livelli, i quali servono per collocare la bussola orizzontale, innalzando od abbassando i piedi *h* dell'istromento. Si rettificano i livelli allo stesso modo descritto per lo squadro graduato ; cioè fatto compiere un giro di 180° alla scatola, se la bolla d' aria non si mantiene nel mezzo, si opera la relativa correzione, metà colle viti dei piedi, e metà colla vite *g* del livello.

Nessuna materia ferruginosa è tollerata nella composizione della bussola ed a tale riguardo è opportuno raccomandare all'osservatore di non portare con sè nè chiavi, nè altri oggetti di ferro, i quali farebbero deviare l'ago dalla sua vera e costante direzione.

L'uso della bussola è fondato sulla semplice considerazione che, qualora si conosca l'angolo che due rette fanno con una

terza, si conoscerà pure l'angolo che fanno fra di loro. In questo caso la retta di paragone è quella segnata dalla direzione dell'ago o meridiano magnetico, la quale è sempre costante, qualunque sia la direzione del diametro 0° e 180°. Così se mirando un oggetto A, col cannocchiale che è sempre parallelo al diametro predetto, l'ago, dopo terminate le oscillazioni, si trova, p. es., corrispondere a 30°, se ne inferirà, che la visuale A fa un angolo di 30° col meridiano magnetico ; se quindi girando la bussola per mirare un altro oggetto B, si trova che l'ago corrisponde a 10°, la visuale B farà un angolo di 10° col meridiano

Fig. 137.



magnetico: ne consegue adunque che la scatola ed il cannocchiale, passando dall'una posizione all'altra, avranno girato orizzontalmente di 20 gradi, differenza fra 30° e 10°, se i due angoli segnati sono dalla stessa parte del punto 0°; e di 40 gradi, somma di 30° e 10°, se gli angoli sono l'uno a destra e l'altro a sinistra del punto 0°. Laonde mirando due segnali, e leggendo ogni

volta i gradi indicati dall'estremità Nord dell'ago, la differenza o la somma di questi archi darà evidentemente la misura dell'angolo che formano fra loro le proiezioni dei raggi visuali diretti ai segnali.

Per evitare l'equivoco nella indicazione degli angoli misurati a destra ed a sinistra del meridiano magnetico, si usa d'ordinario di contare tutti gli angoli da 0° a 360° dal Nord all'Ovest, cioè dalla punta Nord dell'ago sino all'estremità 0° del diametro 0° e 180°, passando per l'Ovest; onde basta leggere il grado corrispondente alla punta Nord dell'ago, per avere l'inclinazione di una visuale sul meridiano magnetico. La bussola perciò deve essere graduata da 0° a 360°, andando dal Nord all'Est. Così se si mira un punto situato all'Est dell'ago, l'angolo fra la visuale ed il meridiano magnetico sarà compreso fra 180° e 360°: se il punto è all'Ovest della stessa linea, l'angolo sarà fra 0° e 180°. Sarebbe l'opposto ove la bussola fosse graduata dal Nord all'Ovest.

Nelle bussole moderne sta collocato in fondo alla scatola un indice a nonio *i* (fig. 137), fisso ed indipendente dai movimenti del lembo graduato. Quest'indice procura il vantaggio di diminuire l'errore di lettura, quando si misurano diversi angoli da uno stesso vertice. Egli è chiaro che collocato lo stromento al punto di stazione, l'indice fisso e l'ago essendo immobili, determineranno un angolo che sarà costante per tutto il tempo che durerà la stazione. Se adunque si misura l'angolo che fa ciascuna delle visuali, dirette agli oggetti secondo il diametro 0° e 180° coll'indice fisso, basterà aggiungere l'angolo costante ad ogni risultato, per ottenere quello che fanno le visuali stesse coll'ago calamitato. Egli è bensì vero che la situazione di queste linee, per rispetto all'ago calamitato, dipenderà dall'esattezza dell' angolo costante; ma i varii angoli che le medesime formeranno fra di loro, saranno più esatti, perchè la lettura dell'indice fisso è più precisa che non quella dell'ago calamitato, il quale andando soggetto a continue oscillazioni, non permette di valutare un angolo oltre l'approssimazione di $\frac{1}{4}$ di grado. Siccome poi l'inclinazione dell' indice

sull'ago calamitato dipende dalla posizione dei piedi della bussola, così si può collocare lo stromento in modo che l'angolo costante fra queste due linee risulti di un numero di gradi esatto, p. es. 90°, e rendere facile in tal guisa l'addizione del detto angolo costante con ciascuna delle osservazioni. Per ottenere tale condizione, si fa girare il treppiede su cui è fisso l'istromento, sino a tanto che l'indice faccia coll'ago calamitato un angolo di 90° e quindi si procede nella levata collo stromento così regolato.

Affinchè la bussola somministri la misura degli angoli, egli è necessario che l'ago possa muoversi liberamente, locchè esige che il fondo della scatola sia orizzontale: se la bussola fosse inclinata, l'ago proverebbe un fregamento contro il lembo, non sarebbe più libero e non obbedirebbe più all'azione magnetica. La condizione dell'orizzontalità è ottenuta, se l'istromento non ha livelli, allora quando l'ago è in equilibrio sul suo perno, e le sue punte rasentano il lembo. Del rimanente poi il grado di precisione delle osservazioni che si possono fare con questo istromento, non rende indispensabile che l'orizzontalità sia perfetta.

Da quanto precede, si comprende che gli angoli somministrati dalla bussola si trovano ridotti all'orizzonte.

§ 74. Verificazioni e correzioni dello stromento.

Le verificazioni e correzioni a farsi alla diottra di questo stromento si eseguiscono alla stessa guisa e cogli stessi mezzi che trovansi spiegati per la diottra della tavoletta pretoriana, solchè vuolsi avvertire che il rivolgimento per le correzioni relative all'asse ottico, si ottiene facendo girare il piano della bussola di 180°, dopo aver capovolto il cannocchiale sul proprio asse di rotazione; e che la correzione destinata a ricondurre orizzontale l'asse stesso di rotazione, si opera mercè la vite a spirale *n* collocata superiormente all'asse stesso (fig. 137.)

A far sì che l'angolo che è dato dalla bussola, cioè quello che

l'ago forma col diametro 0° e 180°, sia effettivamente la misura dell'angolo corrispondente, che lo stesso ago fa colla visuale diretta ad un oggetto, egli è necessario (dopo operate le sovraccennate verificazioni e correzioni intorno alla diottra):

1° *Che lo stromento sia ben centreggiato.*

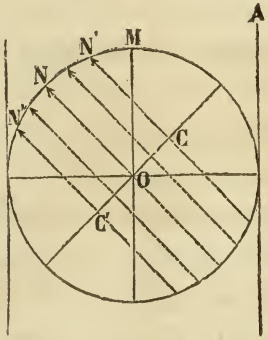
2° *Che la graduazione sia esatta.*

3° *Che il diametro* 0° *e* 180° *sia parallelo alla linea di mira.*

1° *Verificazione. L'istromento dev'essere ben centreggiato.*

Dicesi l'istromento ben centreggiato, quando il perno, sopra il quale è collocato l'ago calamitato, si trova esattamente al centro del circolo. Se questa condizione non fosse adempiuta, fra tutte le posizioni che potrebbe prendere la bussola, una sola somministrerebbe una lettura esatta. Di fatto, pongasi che C sia la posizione del perno; O quella del centro del circolo, e l'alidada rivolta verso un oggetto A (fig. 138); CN' la posizione dell'ago: egli è chiaro che l'angolo fra la visuale ed il meridiano magnetico, a vece di venir misurato dall'arco MN, se il perno fosse al centro, verrebbe dato in tal caso dall'arco MN' minore di MN della quantità N'N: egli è pur anche evidente che l'errore N'N sarà il massimo, quando la linea che unisce il perno ed il centro

Fig. 138.



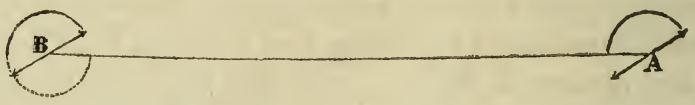
del circolo sarà perpendicolare alla direzione dell'ago. Nelle posizioni intermedie tra ON ed OC, vale a dire nel primo quadrante che descrive il perno nelle sue moltiplici posizioni attorno al centro, l'errore si fa minore, ed è nullo, quando l'ago si troverà

coincidere colla linea che congiunge il centro O al perno dell'ago. Girando ancora di un altro quadrante l'intiera bussola, l'errore aumenta in senso inverso, sino a che, compiuta una rivoluzione di 180°, si troverà in C' a distanza dal centro uguale ad OC; e la lettura dell'angolo in questo caso sarà MN'' a vece di MN. Da ciò consegue che mirando un oggetto A, si avrà un angolo MN'$=m$ per l'inclinazione della visuale coll'asse magnetico: girando la scatola di 180°, e mirando di bel nuovo l'oggetto A, col cannocchiale che si è trasportato nell'altra posizione, considerando la nuova visuale siccome confondentesi colla prima (avuto riguardo alla piccola larghezza della scatola in confronto della distanza dell'osservatore all'oggetto) l'ago si troverà allora in C' N'' e si avrà una lettura MN''$=n$. L'arco N'N'' sarà evidentemente il doppio della correzione, la quale va aggiunta all'angolo m, oppure sottratta da n per avere l'effettiva misura MN. La correzione da farsi essendo $\frac{n-m}{2}$, l'angolo vero sarà uguale a $m + \frac{n-m}{2}$, oppure a $n - \frac{n-m}{2}$, entrambi uguali a $\frac{m+n}{2}$: locchè significa che ove si voglia servirsi di una bussola, nella quale vi fosse una eccentricità tra il perno ed il centro, si potrà farne uso, osservando due volte l'angolo che fa la visuale diretta all'oggetto coll'asse magnetico; la prima volta nel senso diretto, la seconda facendo descrivere allo stromento un giro di 180°; si osserverà la lettura di questi due angoli, e la loro semisomma darà la vera misura dell'angolo cercato, come se il perno fosse al centro. Qualora le due letture fossero eguali, sarà manifesto che la bussola è bene centreggiata, cioè che il perno dell'ago si trova al centro del circolo.

Questa duplice operazione riesce nella pratica piuttosto lunga; però se non si potesse far correggere la bussola da un macchinista (ciò che varrebbe meglio), converrà servirsene, osservando la regola enunciata. Se la differenza fra i due angoli prodotta dall'eccentricità è di poca entità, di un mezzo grado circa, si potrà trasandare la correzione.

Per verificare ancora se la bussola è ben centreggiata, si potrà collocarla all'estremità di un allineamento, in A ad esempio, ed osservare il numero dei gradi che fa l'ago con questa linea (fig. 139); quindi trasportarsi all'altra estremità in B, per prendervi allo stesso modo l'angolo formato fra la palina collocata alla prima stazione e l'ago calamitato; quest'angolo, se la bussola è ben centreggiata, dovrà essere uguale al primo, più 180° per la mezza circonferenza fatta descrivere alla bussola.

Fig. 139.



2ª *Verificazione. La graduazione dev'essere esatta.*

Circa alla verificazione di questa condizione, si osserverà quanto si è detto per le graduazioni degli altri goniometri.

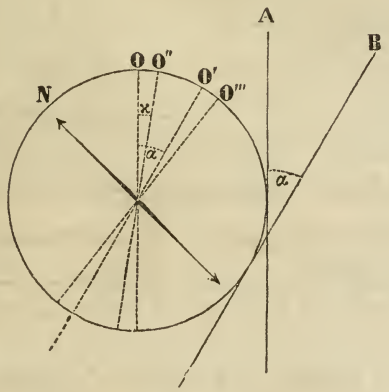
3ª *Verificazione. Il diametro* 0° *e* 180° *dev'essere parallelo alla linea di mira.*

Il diametro 0° e 180°, ossia la linea segnata Nord-Sud, deve essere parallela all'asse ottico del cannocchiale; senza di ciò l'angolo formato dal meridiano magnetico col diametro predetto, non sarebbe eguale a quello dato dal meridiano stesso colla visuale diretta all'oggetto. Ecco come si opera per assicurarsi di una tale condizione: l'inclinazione di un lato sopra il meridiano terrestre, cioè *l'azimuto*, è sempre la somma o la differenza dell'angolo che fa questo lato col meridiano magnetico e quello della declinazione, secondo che il lato è posto verso l'Ovest, o verso l'Est per rapporto alla direzione dell'ago: se dunque si conosce l'azimuto di un lato e la declinazione, e perciò l'inclinazione del lato sul meridiano magnetico, la quantità di cui quest'ultima differirà dalla misura ottenuta direttamente colla bussola, sarà l'errore di parallelismo fra l'asse del cannocchiale ed il diametro di partenza.

Un tale errore tuttavia non influisce per nulla sulla reale mi-

sura dell'angolo che formano fra loro due visuali dirette agli oggetti A e B (fig. 140). Ed invero se il diametro 0° e 180° fosse parallelo all'asse ottico del cannocchiale, l' angolo α verrebbe misurato dalla differenza d'inclinazione delle due visuali sul meridiano magnetico, ossia da N0'—N0: supposto ora che il diametro non sia parallelo e faccia un angolo 00''=$\times$ col diametro parallelo, si avrebbe per la misura dell' angolo

Fig. 140.

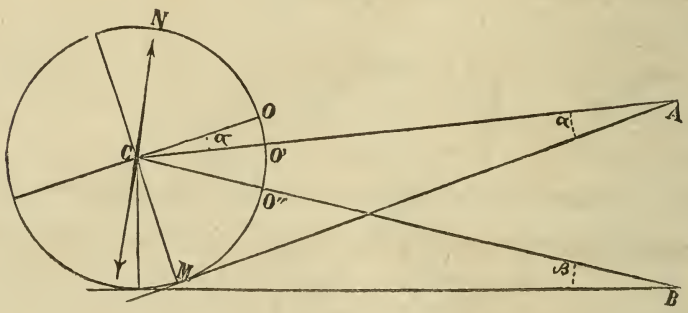


N0'''—N0''=N0'+0'0'''— (N0+00''). Ma 0'0'''=00'' (essendo costante l'errore di parallelismo), dunque si avrà N0'+$\times$—(N0+$\times$)=N0' —N0=α alla stessa guisa, come se il diametro fosse parallelo.

Occorre qui di far osservare che l'angolo d'una visuale diretta ad un oggetto A, col meridiano magnetico (fig. 141), è misurato tangente alla bussola, e non già al centro della medesima. Se il cannocchiale fosse al centro, egli è evidente che l'inclinazione di un lato CA, ad es. sul meridiano magnetico, invece di essere ON, sarebbe O'N=ON+OO'; cioè maggiore dell'angolo che realmente si osserva, della quantità OO'=α; quantità che si può valutare osservando che gli angoli OCO', e CAM sono uguali come alterni interni, e che nel triangolo AMC rettangolo in M, si ha *sen.* $\alpha = \frac{CM}{CA}$: onde l'angolo α riescirà picco-

lissimo, imperocchè il seno è espresso da una frazione, in cui il numeratore è il raggio della bussola, ed il denominatore è la distanza tra l'osservatore e l'oggetto mirato A; questo errore sarà tanto più grande, quanto più vicino sarà l'oggetto osservato; ciò nullameno per la distanza di 25 metri la correzione è al disotto di sette minuti, quantità assai minore dell'errore che si commette nella lettura. Ecco il calcolo per

Fig. 141.



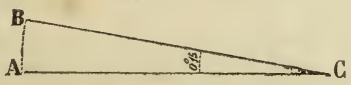
una distanza CA uguale a 25 metri: il raggio della bussola è d'ordinario 0^m, 05; si avrà dunque in questo caso per l'errore, *sen.* $\alpha = \frac{0{,}05}{25} =$ 0,002 e L' *sen.* $\alpha =$ 7,3010300 e $\alpha = 0°.07'$ circa. Emerge da ciò che colla bussola non si dovranno osservare oggetti a distanza minore da 20 a 25 metri.

Qui cade in acconcio di avvertire che la più piccola divisione del circolo essendo di un mezzo grado, l'errore di lettura può andare sino ad $\frac{1}{4}$ di grado, ossia a 15 minuti; il raggio del circolo essendo, come si è detto, uguale a 0^m 05, si potrà dedurre da questi dati il limite massimo della lunghezza de'lati dei triangoli, avuto riguardo alla scala, acciò non si commettano errori sensibili.

Si supponga che l'angolo ACB rappresenti l'errore di 15 minuti (fig. 142), e il raggio AC$=0^m$,05. Se si considera il piccolo arco AB come linea retta, si avrà, risolvendo il trian-

golo, AB:AC::*sen.* 0°. 15′: *sen.* B; l' angolo C essendo piccolissimo, si potrà prendere l' unità pel seno dell' angolo B, per cui si avrà *log.* AB=*log.sen.*0°15+*log.* 0^m,05; e

Fig. 142.



quindi AB=0,00021816; oppure approssimativamente 0,0002. Questo rapporto di 0,05 a 0,0002 è pur quello che esiste fra la lunghezza d'un lato e l'errore cagionato sopra un secondo lato opposto all' angolo che si osserva dall' inesattezza della lettura. Attenendosi alla condizione che i lati ridotti alla scala non oltrepassino 0^m,05, ne risulterà che l'incertezza nella lettura dell'angolo non potrà cagionare errore sensibile sul lato opposto. Così volendo levare il piano alla scala di $\frac{1}{5000}$, giusta la quale 0^m,05 corrispondono a 250 metri sul terreno, e 0^m,0002 ad un metro, non si commetteranno errori sensibili ove non si prendano lati maggiori di 250 metri; se invece si volesse levare alla scala di $\frac{1}{20000}$, 0^m,05 rappresentando 1000 metri, e 0,0002 4 metri, bisognerà per questa scala che i lati non oltrepassino 1000 metri: nel primo caso non si potrà rispondere dell'esattezza dei lati che nel limite di 1 metro, e nel secondo in quello di 4 metri. Si conchiude da ciò che qualunque sia la scala, la lunghezza grafica dei lati non dovrà oltrepassare la lunghezza del raggio della bussola.

§ 75. Levata dei piani colla Bussola.

Essendochè la misura degli angoli colla bussola va soggetta a molti errori, così poco adatto riesce questo stromento per determinare una rete topografica di una certa estensione e in cui si richieda molta esattezza. Perciò un siffatto goniometro

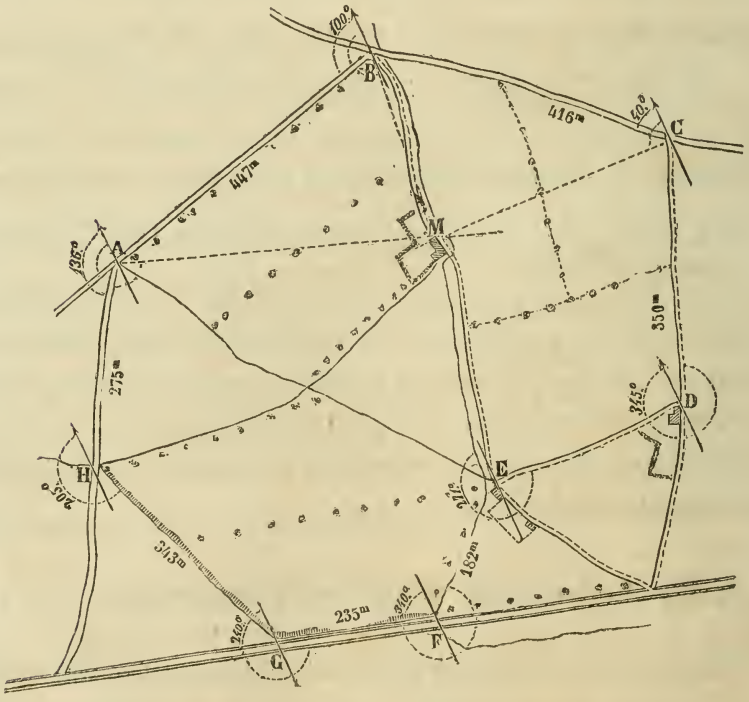
viene più spesso e più utilmente impiegato nella levata dei particolari, e segnatamente ne'luoghi coperti o paludosi, come si vedrà in appresso.

Il miglior metodo di levare colla bussola si è quello delle successive stazioni, combinato con quello delle intersezioni. Tal metodo è il seguente.

Si dividerà anzi tutto il terreno da levare in poligoni, i cui lati sieno formati da strade, dighe od altre linee di facile accesso; quindi si leverà ogni poligono separatamente, facendo dapprima stazione ai singoli vertici, e poscia nell'interno del poligono, se occorre.

Suppongasi che uno di questi poligoni sia espresso dalla figura seguente 143.

Fig. 143.

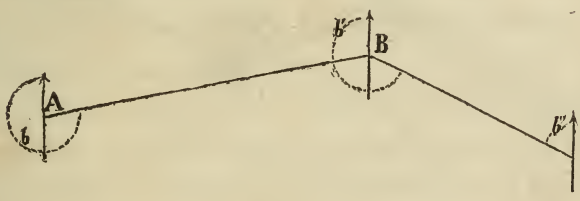


Si farà stazione colla bussola ad ogni vertice e si misurerà: 1° *l'angolo che ogni lato fa col meridiano magnetico*; 2° *la*

lunghezza orizzontale del lato medesimo con una canna metrica o con altro mezzo.

Vuolsi però avvertire che nei limiti d'una levata topografica, potendo considerarsi i meridiani magnetici come paralleli, ne segue che si può, per maggior comodo, sul perimetro d'un poligono far stazione solo ogni due vertici. Così misurato in A (fig. 144) l'angolo b, si andrà direttamente a far stazione in C, ove si misurerà l'angolo b''. Per maggior uniformità si nota l' angolo intermedio come se la stazione venisse pur fatta in B, cioè l'angolo $b' = 180° + b''$. Operando in tal modo si misurano ad ogni stazione due angoli, l'uno avanti e l'altro indietro; l'aggiunta di 180° si fa su quest'ultimo.

Fig. 144.

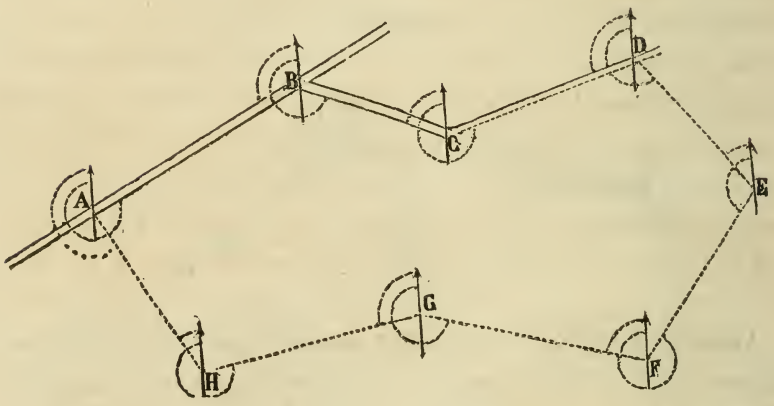


Volendo levare per successive stazioni nell'interno del poligono, si partirà da un punto del perimetro, e quindi seguendo linee interne ai punti principali, come si è detto pel perimetro. Se nel mentre che si prosegue una tale operazione, si scorgessero altri oggetti fuor di queste linee, tanto nell'interno quanto all'esterno del poligono, dei quali si volesse determinare la posizione, riescirà facile il farlo senza trasportarvisi, seguendo il metodo delle intersezioni, cioè mirando l'oggetto da due o tre stazioni, e misurando da ognuna colla bussola l'angolo che la visuale diretta all'oggetto stesso fa col meridiano magnetico. L'intersezione de' due o tre lati in discorso determinerà sul piano l'oggetto intersecato, come il punto M ad es. (fig. 143), a cui si mirò da A, B e C.

Effettuata la levata d'un poligono, si potrà, prima di rapportarlo

sulla carta, verificare per mezzo di un calcolo semplicissimo se il poligono stesso chiude esattamente. È d'uopo perciò ricordare che *la somma degli angoli interni di un poligono è uguale a tante volte due angoli retti, quanti sono i lati del poligono, meno quattro angoli retti.* Si farà dunque la somma degli angoli del poligono, deducendoli da quelli che fanno i lati col meridiano. Dall'ispezione della figura riescirà poi facile, mediante i dati delle osservazioni, di trovare gli angoli interni del poligono. Qui fa duopo distinguere due casi, cioè se l'angolo al poligono è saliente oppure rientrante.

Fig. 145.



Prendasi anzitutto da ciascun vertice la differenza d'inclinazione sul meridiano de' due lati adiacenti; quindi se l'angolo al poligono è saliente e la differenza è minore di 180°, come vedesi in A,B,D ed in E (fig. 145), in allora la differenza stessa darà l'angolo del poligono; se invece è maggiore di 180°, come in H ed in F, si sottrae la differenza da 360° per avere l'angolo interno. Nel 2° caso, quando cioè l'angolo è rientrante, succede il contrario; vale a dire se la differenza è minore di 180°, come in G, bisognerà sottrarla da 360° per ottenere l'angolo del poligono; se invece è maggiore di 180°, come in C, la differenza stessa darà l'angolo interno. Ora se

l'operazione venne esattamente eseguita, la somma di tutti gli angoli interni del poligono, trovati nel modo anzi descritto, dovrà risultare eguale a tante volte 180° quanti sono i lati del poligono, meno 360°. Se si osservasse però una piccola differenza in più o in meno, questa si ripartirebbe su tutti gli angoli. Rapportando poi il poligono sulla carta a seconda della scala del piano, si avrà un'altra verificazione. E di fatto se le operazioni vennero eseguite a dovere, il poligono dovrà chiudere perfettamente, cioè l'ultimo lato che si rapporta, HA ad es. (fig. 145), dovrà passare precisamente pel punto A, primo punto di stazione.

Nelle levate colla bussola non è necessario di scoprire i segnali od oggetti se non l'uno dopo l'altro; onde un siffatto stromento riesce di somma utilità ed offre il miglior mezzo per levare, con successive stazioni, il corso d'un fiume, d'un ruscello, d'una strada tortuosa od imboschita, d'un sotterraneo ecc.; ed in generale, di tutte quelle località, in cui l'orizzonte visuale sia ristretto a breve spazio, e nelle quali ogni altro stromento tornerebbe inutile. A tal fine segnalati i punti principali di un fiume ad es. (fig. 146), si farà successivamente stazione in A,B,C ecc.;

Fig. 146.

si misurerà l'inclinazione, sul meridiano magnetico, delle varie linee che formano la ripa sinuosa del fiume e le loro lunghezze orizzontali; poscia si rapporteranno sulla carta gli angoli, non che le distanze ridotte in scala.

L'eclimetro che d'ordinario va unito al cannocchiale della

bussola, somministra, al paro di quello della diottra, la misura degli angoli di elevazione e di depressione, e perciò circa la sua descrizione, l' uso e la relativa correzione, si osserverà quanto si dirà in proposito all'articolo della tavoletta pretoriana.

Levando un piano colla bussola, si possono seguire due metodi circa il modo di notare, nell'atto della levata stessa, il risultato delle operazioni: 1° *disegnare direttamente il piano sul luogo;* 2° *tenere nota delle osservazioni per eseguire il disegno più tardi.*

Nel primo caso sarà di somma utilità l'avere disteso sopra un cartoncino o tavoletta il foglio di carta che deve ricevere il piano, su cui siano segnate diverse rette parallele, le quali s'immagineranno corrispondere alla direzione costante dell'ago magnetico. Queste serviranno di guida per condurre, colle apposite squadrette, altre parallele ai diversi punti di stazione, onde da queste poter rapportare direttamente ai singoli punti col quadrante gli angoli osservati.

Nel secondo caso si noteranno sopra apposito registro le osservazioni fatte, non disegnando a vista che i vari punti e le accidentalità del terreno, e scrivendovi, per miglior norma, i risultati delle misure, come nella figura 143. Il registro è d'ordinario il seguente:

REGISTRO DELLE OSSERVAZIONI

PER LE LEVATE COLLA BUSSOLA TOPOGRAFICA.

Stazione	Punto Osservato	Inclinazione della visuale sul Meridiano Magnetico	Distanza Orizzontale dalla Stazione al punto osservato	Angolo di Elevazione o di Depressione	Annotazioni Diverse

Nel rapportare gli angoli sul foglio di carta, ognuno comprenderà che vuolsi contare lo zero dal punto che sul foglio stesso indica l'estremità Nord dell'ago magnetico, e procedere per la numerazione de'gradi verso l'Ovest.

Onde segnare sopra un piano levato colla bussola la direzione del Nord vero, il che equivale ad orientare il piano stesso, si traccerà la linea meridiana in modo che faccia colla direzione del Nord magnetico, già segnata, un angolo eguale alla declinazione. Siccome poi d'ordinario si dispone il quadro del piano in modo che il lato di destra e quello di sinistra si trovino nella direzione Nord e Sud, così, sopra un piano levato colla bussola, si traccerà il quadro in guisa che i lati medesimi formino col meridiano magnetico un angolo uguale alla declinazione.

§ 76. Bussola declinata. — Tracciamento di una linea meridiana sul terreno.

Quando si conosca la declinazione dell'ago magnetico, si potrà altresì colla bussola topografica levare direttamente giusta il meridiano terrestre, vale a dire, si potranno ottenere le inclinazioni delle visuali non più sul meridiano magnetico, ma bensì su quello terrestre. Per tal fine si farà girare il circolo graduato per mezzo d'un congegno a tal uopo applicato alla bussola, d'una quantità angolare eguale alla declinazione, cioè si farà coincidere la linea Nord e Sud, lungo la quale si trova d'ordinario il diametro 0° e 180°, coll'angolo della declinazione, e si continuerà a leggere il numero di gradi indicato dalla punta Nord dell'ago. Un tal numero sarà l'inclinazione di una visuale condotta per la linea di mira, sul meridiano terrestre, e perciò le parallele tracciate sul foglio di carta, alle quali si rapportano gli angoli, rappresenteranno non più le direzioni del meridiano magnetico, ma quelle invece del meridiano terrestre. La bussola così disposta dicesi *declinata*. La bussola moderna (fig. 137) si declina chiudendo dapprima la vite *b*,

e girando quindi la scatola colla mano sino a che lo zero del nonio del piccolo arco, che si trova nell'interno della scatola, abbia percorso un angolo eguale alla declinazione del luogo.

Egli è facile scorgere che colla bussola topografica si ha il mezzo di poter direttamente tracciare una linea meridiana sul terreno: basterà a tal uopo disporre lo stromento, se la bussola è declinata, in modo che l'ago segni 0°, e tracciare quindi un allineamento nella direzione dell'asse ottico del cannocchiale. Una tal linea sarà evidentemente la meridiana terrestre. Ove poi la bussola non sia declinata, si avrà la linea di mira diretta secondo il meridiano terrestre (supposto il diametro 0° e 180° parallelo alla linea predetta), ogni qualvolta l'angolo fra il diametro ora detto e l'ago magnetico sarà uguale a quello della declinazione, avvertendo che il diametro stesso deve trovarsi all'Est del meridiano magnetico, se la declinazione è occidentale, ed all'Ovest, se è orientale.

§ 77. Trovare la capitale di un saliente, a cui non si può avvicinare.

Sia C il saliente di fortificazione, del quale si vuol trovare la capitale. Collocata la bussola ai punti *a* e *b* (fig. 147) sul prolungamento delle facce AC e BC, si misureranno gli angoli α e β, cioè l'inclinazione d'ogni faccia sul meridiano magnetico.

L'angolo saliente C sarà evidentemente uguale ad $\alpha - \beta$, e quello formato dalla capitale con ciascuna delle facce, sarà uguale a $\frac{\alpha-\beta}{2}$; quantità che sottratta da α od aggiunta a β, sarà l'inclinazione della capitale sul meridiano magnetico. Onde chiamando x quest'inclinazione, si avrà:

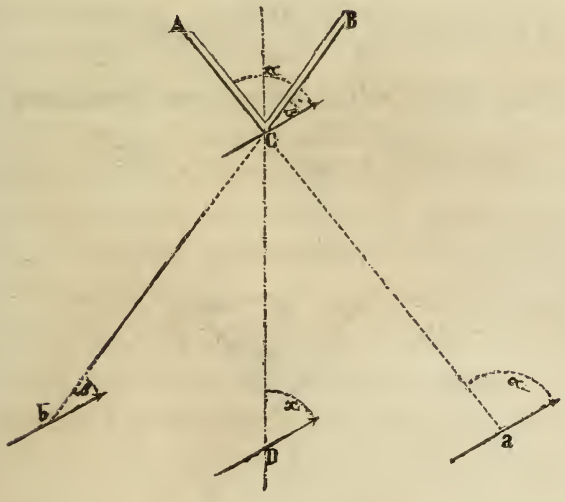
$$x = \alpha - \frac{\alpha-\beta}{2} = \frac{\alpha+\beta}{2},$$

oppure

$$x = \beta + \frac{\alpha-\beta}{2} = \frac{\alpha+\beta}{2},$$

Si cercherà adunque a tentone un punto D in cui l'ago segni quest'angolo $\frac{\alpha+\beta}{2}$, e tal punto si troverà sul prolungamento

Fig. 147.



della capitale: CD sarà per conseguenza la direzione della capitale del saliente.

La formola $x = \frac{\alpha+\beta}{2}$ va soggetta a qualche modificazione, ogniqualvolta la quantità x è minore di $\frac{ACB}{2}$ o maggiore di $360^o - \frac{ACB}{2}$; od in altri termini quando, supponendo l'ago trasportato al vertice C (fig. 148, 149), la punta Nord si dirige nell'interno dell'angolo ACB.

Nel primo caso si avrà $x = \frac{\alpha+\beta}{2} - 180^o$.

E nel secondo caso $x = \frac{\alpha+\beta}{2} + 180^o$.

E di fatto se si suppone che la quantità x sia minore di $\frac{ACB}{2}$, ossia che la punta Nord dell' ago al punto C (fig. 148) sia

diretta nell'interno dell'angolo DCB; le due stazioni ai punti a e b somministreranno gli angoli α e β.

Ma si ha $$x = \alpha - \frac{ACB}{2}$$

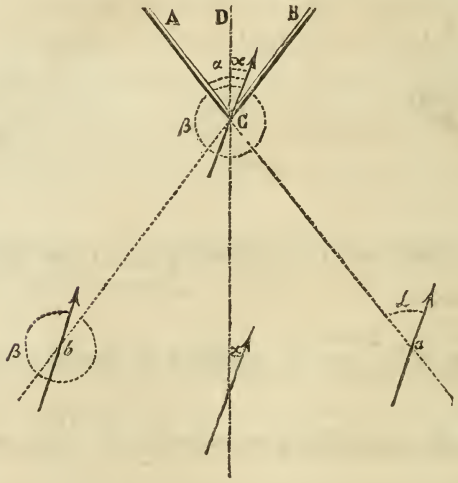
e $$\beta - \alpha = 360^\circ - ACB$$

ovvero $ACB = 360^\circ + \alpha - \beta$ e $\frac{ACB}{2} = 180 + \frac{\alpha - \beta}{2}$

Sostituendo questo valore nella prima equazione, si otterrà

$$x = \alpha - 180^0 + \frac{\beta - \alpha}{2} = \frac{\alpha + \beta}{2} - 180^\circ$$

Fig. 148.



Se la quantità x è maggiore di $360 - \frac{ACB}{2}$, ossia la punta Nord dell'ago, supposto in questo caso in C (fig. 149), si dirige nell'interno dell'angolo ACD, si ha pure

$$x = \beta + \frac{ACB}{2}$$

Ma dalla figura si ricava allo stesso modo

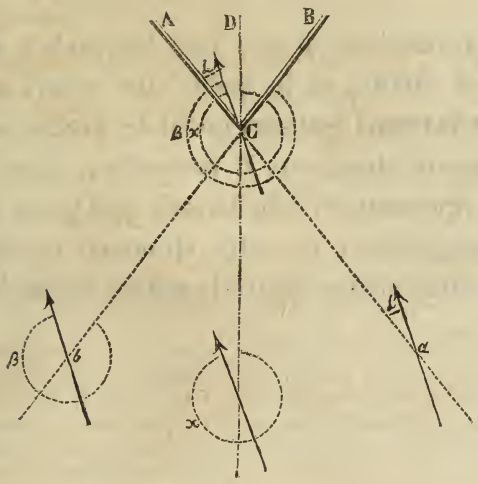
$$\beta - \alpha = 360^\circ - ACB$$

e quindi $$\frac{ACB}{2} = 180^\circ + \frac{\alpha - \beta}{2}$$

e sostituendo questo valore nella suddetta equazione si avrà infine $x = \beta + 180 + \frac{\alpha - \beta}{2} = \frac{\alpha + \beta}{2} + 180^{\circ}$

L'ago si troverà in una delle condizioni suaccennate, quando

Fig. 149.



il lato AC farà col meridiano magnetico un angolo acuto all' ovest, ed il lato BC pure un angolo acuto all'est collo stesso meridiano. Si riconoscerà poi se x è minore di $\frac{ACB}{2}$, se si avrà $\alpha > 360^{\circ} - \beta$. All'opposto la quantità x sarà maggiore di $360^{\circ} - \frac{ACB}{2}$, allorchè si avrà $\alpha < 360^{\circ} - \beta$.

§ 78. Conclusione intorno all'uso della Bussola.

Da quanto si è detto intorno all'uso della Bussola, si può conchiudere che, malgrado le sue imperfezioni, questo stromento presenta tuttavia, assai meglio d'ogni altro, il sommo vantaggio di levare con facilità e speditezza le località coperte; ma egli è pur utile avvertire, che le levate fatte con questo stromento essendo fondate sul parallelismo costante della direzione

dell'ago magnetico, e questo parallelismo non potendo sempre sussistere (specialmente sui terreni delle Alpi) per cause frequenti di perturbazione, le operazioni vanno perciò spesso soggette ad errori: laonde non converrà far uso della bussola se non in quelle levate, nelle quali non si richieda una grande precisione e dove ogni altro stromento riescirebbe infruttuoso.

Nella determinazione di una rete topografica estesa, nelle operazioni del catasto, ed in quelle altre ancora in cui si deve conseguire la massima esattezza possibile, vuolsi assolutamente respingere questo stromento. Il pretendere, come da taluni si vorrebbe, di ripromettersi dalla bussola quel grado di perfezione che si può raggiungere con altri stromenti topografici, è un voler lottare stranamente contro la natura stessa delle cose.

ARTICOLO SETTIMO.

Della Tavoletta Pretoriana.

—

Descrizione delle varie parti dello strómento. — Della tavoletta. — Metodi per tener la carta distesa sulla tavoletta. — Del livello a bolla d'aria. Sua verificazione e correzione. — Della Diottra. — Dell'Eclimetro. — Del Nonio o Vernier. — Verificazioni e correzioni della Diottra. — Del Declinatore. — Della Stadia. — Della Scala di riduzione. — Levata dei piani colla Tavoletta pretoriana. Triangolazione grafica. Determinazione del punto di stazione. Modo di trar partito d'un punto, la cui proiezione cade fuori dello specchio della tavoletta. Levata dei particolari o determinazione de'singoli oggetti. Modo di operare riguardo agli oggetti più importanti. — Determinazione delle quote di livello e tracciamento delle curve orizzontali. — Inconvenienti e vantaggi della tavoletta pretoriana.

—

§ 79. Descrizione delle varie parti dello stromento.

L'intero stromento che prende il nome di *Tavoletta Pretoriana* (da Pretorio da Norimberga che ne fu l'inventore) si compone essenzialmente di tre parti, cioè:

1° Di una *Tavoletta* propriamente detta.

2° Di un *Livello a bolla d'aria.*

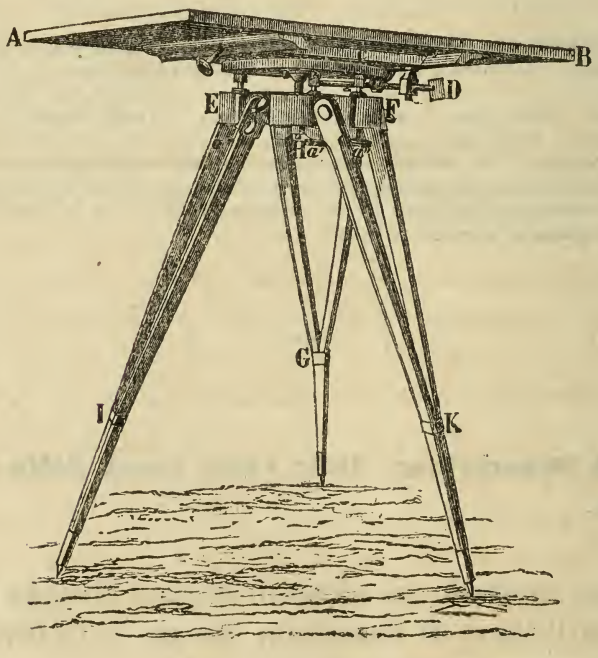
3° Di un'*Alidada a cannocchiale*, più comunemente detta *Diottra.*

Questo stromento va ancora d'ordinario accompagnato da un *Declinatore*, da una *Stadia*, e da una *Scala di riduzione.*

§ 80. Della Tavoletta.

La *tavoletta* propriamente detta si compone di tre parti: 1° lo *specchio* che è una tavola rettangolare AB (fig. 150), di circa 0^{m}, 85 di lunghezza per 0^{m}, 65 di larghezza, sulla quale è distesa la carta per il disegno del piano topografico; 2° la *piattaforma* C che s'incastra nella tavola e fa sistema con essa; 3° il *sostegno* formato da tre gambe I,G,K, congiunte per mezzo di una testa tricuspide EF di legno. Una vite H serve a

Fig. 150.



lasciar libero od a fermare a piacimento il moto di rotazione orizzontale, che lo specchio ha intorno al perno centrale. Una seconda vite D, detta di *richiamo*, permette di comunicare allo specchio un lentissimo movimento di rotazione. Finalmente le tre viti a, a', a'', sulle quali appoggia la piattaforma, servono a disporre lo specchio orizzontale.

§ 81. Metodi per tener la carta distesa sulla tavoletta.

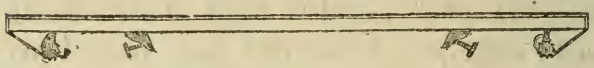
Prima di por mano alle grafiche operazioni colla tavoletta, si deve distendere sullo specchio il foglio di carta da disegno sul quale vuolsi eseguire la levata: esso deve avere il suo margine incollato nello spessore dello specchio stesso, in modo però che rimanga senza pieghe e ben disteso; ed affinchè non si alteri alle variazioni atmosferiche, e si conservi lungo tempo, si è immaginato di incollare la carta su tela. Onde poi minori riescano le grinze o pieghe alle quali vanno soggette la tela e la carta per cagione dell'umidità, non che per diminuire il restringimento della carta stessa dopo che si è staccata dallo specchio, si applica una mano di bianco d'uovo sopra quest'ultimo, prima di attaccarvi sugli orli la tela. L'esperienza dimostra, che un foglio di tavoletta in tal modo preparato e portato in campagna pel corso di cinque mesi, non subisce che un restringimento quasi impercettibile quando viene staccato dallo specchio.

È utile l'aggiunta della tela collata alla carta per le levate di considerevole estensione, e che si vogliono conservare quali materiali originali. Se la levata poi venisse eseguita per un fine speciale e non fosse di grande estensione, sarebbe sufficiente la carta semplice attaccata agli orli dello specchio. Per collarla in modo che rimanga ben distesa, convien dapprima umettare interamente ed ugualmente la superficie del foglio con una spugna imbevuta d'acqua nitidissima; rivolgere quindi il medesimo sulla tavoletta ed applicare della colla a bocca riscaldata o pasta sugli orli della carta, piegandoli per farli attaccare allo spessore dello specchio. Si lascierà per ultimo seccare il foglio all'ombra, prima di servirsene.

Havvi ancora un altro modo per tenere la carta distesa sulla tavoletta senza incollarla, e consiste nell'impiego di due cilindri muniti di ruote dentate, posti sotto alle due estremità dello specchio (fig. 151): l'uno dei cilindri serve a mantenere la

carta bianca avviluppata, mentre l'altro ne ravvolge quella parte, sopra la quale si è già lavorato. Questa specie di tavoletta è prin-

Fig. 151.

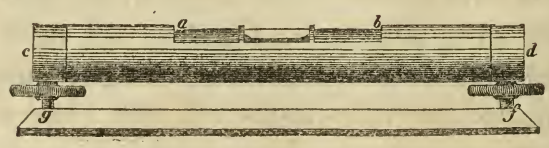


cipalmente utile per formare de'piani di grande estensione, come sarebbe la levata del corso di un fiume o di una strada. Per tale uso serve vantaggiosamente quella carta che vien chiamata in commercio *papier sans fin*, la quale è ordinariamente della lunghezza di 28 metri e della larghezza di $1^{m},20$ circa.

§ 82. Del livello a bolla d'aria.

Il livello a bolla d'aria si compone d'un tubo di vetro leggermente arcuato *a b* (fig. 152), fissato in un sostegno di ottone *cd*, in modo che la convessità si trova rivolta in alto, e sostenuto da due piedi *g* e *f* di eguale altezza, o che in ogni caso si possono ren-

Fig. 152.



dere tali per mezzo di apposite viti. Il tubo è ripieno d'alcool, tranne un piccolissimo spazio in cui si lascia un po' d'aria. Questa essendo più leggiera dell'alcool, si terrà sempre nella parte più alta del tubo; e perciò si giudicherà che il livello è orizzontale, quando la bolla verrà a collocarsi esattamente nel mezzo del

tubo: locchè avrà luogo ogniqualvolta le estremità del medesimo saranno di livello, vale a dire egualmente alte sull'orizzonte; nel qual caso la parte liquida si disporrà secondo la posizione dei liquidi in equilibrio, cioè orizzontale; ed il tubo essendo leggermente arcuato, la bolla d'aria verrà necessariamente ad occuparne la parte più elevata, cioè quella di mezzo.

Da ciò si scorge che per rendere un piano orizzontale, basterà collocarvi sopra il livello in due successive posizioni che facciano fra loro un angolo retto, e disporre il piano in modo che la bolla d'aria tenga sempre la parte mediana del tubo.

L'esattezza di questo stromento consiste sopratutto nella sua sensibilità. S'intende per sensibilità la facoltà, colla quale la bolla d'aria abbandona il centro del tubo, per portarsi all'estremità più elevata, allorchè s'inclina il livello.

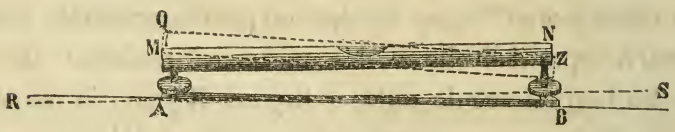
Verificazione e correzione del livello.

Il livello a bolla d'aria di cui si fa uso per livellare la tavoletta, cioè per rendere il piano dello specchio orizzontale, vuol esser verificato prima di servirsene, onde accertarsi se i piedi sono di egual altezza. A tal fine si colloca il livello sulla tavoletta, e mercè le viti *a a' a''* (fig. 150), si conduce la bolla d'aria ad occupare il mezzo del tubo: se i piedi sono di eguale altezza, togliendo il livello e rivolgendolo nel senso diametralmente opposto, la bolla d'aria dovrà, in questa novella posizione, occupare il mezzo del tubo; se ciò non accade, è prova che l'asse del tubo non è parallelo alla linea che unisce i piedi del livello, cioè che i piedi non sono di eguale altezza, e che la tavoletta è per conseguenza inclinata all'orizzonte.

Suppongasi che AM e BN (fig. 153) siano le altezze disuguali de'due piedi del livello, e questo stabilito sopra un piano inclinato AB, per rapporto a quello orizzontale RS. Quando la bolla d'aria occuperà il mezzo del tubo, la linea MN sarà orizzontale, ma capovolgendo il livello, cioè trasportando il piede B in A e viceversa A in B, la linea superiore del livello

prenderà la direzione QZ, poichè l'estremità N dell'altezza BN verrà in Q, e l'estremità M dell'altezza MA in Z; la bolla d'aria per conseguenza si porterà alla parte più elevata in Q. Per ri-

Fig. 153.



condurre ora il livello alla linea orizzontale MN, egli è chiaro che bisogna dapprima raccorciare l'altezza QA della quantità QM eccedente l'altezza minore BZ; e quindi innalzare l'estremità B del piano inclinato della quantità ZN, onde il piano stesso si confonda coll'orizzontale RS. E così, i due piedi essendo di eguale altezza, si avrà la certezza che la linea sul quale posa il livello è orizzontale ogniqualvolta la bolla d'aria occuperà il mezzo del tubo. Si uguagliano i piedi a tentone, mercè apposite viti collocate alle estremità del tubo, e si riconduce, nella tavoletta, la bolla d'aria ad occupare il mezzo del livello, mercè le viti *a a' a''*, come si è dianzi spiegato.

Il livello può venir rettificato pur anche sopra un piano che non sia orizzontale, e sarà esatto su questo, allorchè rivolgendolo, si scorgerà la bolla d'aria sempre nella stessa posizione alla parte più elevata.

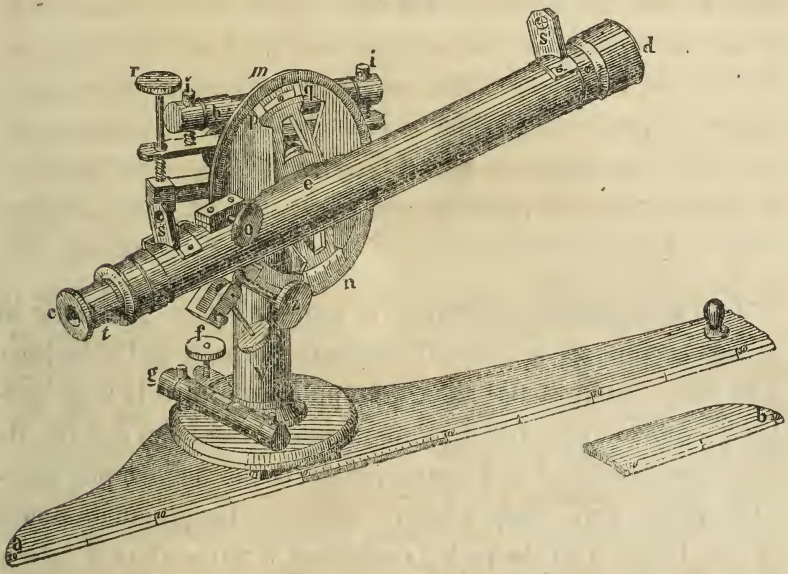
§ 83. Della Diottra.

La *Diottra* od *Alidada a cannocchiale* è uno stromento, per mezzo del quale si segna sopra un piano orizzontale la traccia di un altro piano perpendicolare al primo (fig. 154).

Essa è composta di una riga d'ottone o di ferro *ab*, lunga da 6 ad 8 decimetri, che si chiama *alidada*, e di un cannocchiale *cd* che gira attorno ad un asse *e*, il quale è congiunto alla riga per mezzo di una colonna verticale V.

Il cannocchiale è composto di due lenti convesse, l'una verso l'oggetto, detta *obbiettivo*, l'altra ove si applica l'occhio detta *ocu-*

Fig. 154.



lare, collocate alle estremità di un tubo d'ottone (*a*). Nell'interno del cannocchiale, presso l'oculare, sta collocato un *micrometro*

(*a*) Le *lenti* sono dischi di cristallo terminati da due superficie sferiche o da una sferica e l'altra piana.

Si dicono *convergenti* le lenti a faccie convesse, perchè hanno la proprietà di concentrare i fasci luminosi che le attraversano.

Dicesi *asse principale* di una lente, quella retta che passa per i centri di curvatura delle due superficie sferiche. Su questa linea si trova un punto rimarchevole nella lente che si chiama *centro ottico*, il quale è collocato in modo, che tutti i raggi luminosi che passano per questo punto si rinfrangono parallelamente alla loro direzione primitiva. Atteso però il piccolo spessore delle lenti, si può dire che ogni raggio luminoso, che passa pel centro ottico, continua il suo cammino in linea retta.

Un raggio luminoso parallelo all'asse, incontrando la lente, si rinfrange, ravvicinandosi alla normale del punto d'incontro. Esce in seguito dalla lente stessa allontanandosi dalla normale del punto di uscita, e va ad incontrare l' asse in un punto che si chiama *foco principale*. La distanza dal foco al centro della lente dicesi *distanza focale principale*. Nelle lenti ordinarie, formate di crown-glass, si può dimostrare che il foco principale si confonde sensibilmente col centro di curvatura quando i raggi delle due faccie sono uguali.

cioè un anello a diaframma vuoto, in cui due fili di ragnatela o di seta finissimi sono tesi in croce ad angolo retto (fig. 155).

Fig. 155.

Tale micrometro è destinato a somministrare una *linea di mira* o *visuale*, che si dirige all'immagine formata dall'obbiettivo. Tale linea, determinata dall'occhio applicato contro la lente oculare, e dall'incrocicchio o punto d' intersezione dei due fili, dicesi pure *asse ottico* del cannocchiale. Il micrometro può muoversi in un colla lente oculare nel senso longitudinale mercè la vite O (fig. 154), la quale fa avanzare o retrocedere il tubo o tirante *t*. Un recente perfezionamento ha fatto sostituire ai fili leggerissime linee o scannellature incise sul vetro. Di questo nuovo micrometro si tratterà più specialmente parlando della stadia.

Due traguardi S,S', collocati superiormente al tubo del cannocchiale, servono a dirigere il puntamento *a priori* dell' asse ottico. La vite Z può fissare il cannocchiale contro il circolo graduato *m n*, e quella immediatamente inferiore comunica un lento movimento di rotazione al cannocchiale stesso.

Il cannocchiale astronomico, che si adatta a quasi tutti gli stromenti di topografia, si compone di due lenti convergenti poste su di un medesimo asse. L'una si chiama *obbiettivo* ed è destinata a dar un'immagine degli oggetti osservati, la quale si forma rovesciata e sensibilmente al foco; l'altra che dicesi *oculare* ha per iscopo d'ingrandire l'immagine somministrata dall'obbiettivo.

L'inconveniente che presenta questo cannocchiale, di offrire cioè l'immagine rovesciata, non ha influenza di sorta sulle operazioni topografiche: si preferisce anzi uno stromento siffatto, perchè non dà luogo che ad una perdita insensibile di luce.

A seconda del grado della vista dell' osservatore deve variare la posizione dell' oculare , sia per avere un' immagine chiara , sia per non andar incontro all' inconveniente detto della *paralasse dei fili.* Tale inconveniente prodotto dal non trovarsi il micrometro esattamente al foco dell'oculare , e nel luogo dove si forma l'immagine dell' obbiettivo , fa oscillare più o meno i fili, in modo tale che per poco l' occhio cambi di posizione, varia la linea di mira , e corrisponde per conseguenza sul terreno ad oggetti diversi. Per correggere un tale difetto bisogna avanzare o retrocedere il piccolo tubetto *c* dell' oculare nel senso longitudinale , sino a tanto che si veggano distintamente i fili ; si segna quindi con una punta d'acciaio la posizione del tubetto, e così ogniqualvolta si dovrà far uso di quel cannocchiale, si avrà tosto la conveniente lunghezza , a cui dev' essere collocata la lente oculare per distruggere la paralasse dei fili. Per rendere poi chiara e precisa l'immagine formata dall'obbiettivo , si fa avanzare o retrocedere il tubo *t* col mezzo della vite O, finchè si vegga distintamente l'immagine di un oggetto collocato a 500 od a 600 metri almeno.

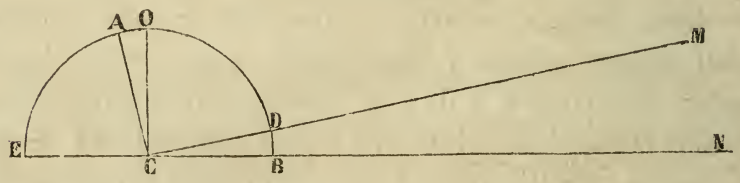
§ 84. Dell'Eclimetro.

Al perno del cannocchiale è collocato un circolo graduato *mn* detto *Eclimetro.* Esso serve a misurare , mercè d' un indice che gira insieme al perno stesso , e fa sistema col cannocchiale, l'angolo che la linea di mira o visuale condotta ad un oggetto forma col piano orizzontale. Quest'angolo dicesi di *elevazione*, quando l'oggetto si trova al dissopra del piano orizzontale; di *depressione*, quando per lo contrario si trova al disotto.

Se si suppone che EOB (fig. 156) sia il circolo graduato, CO l'indice la cui estremità, percorrendo il lembo della circonferenza, segna i gradi , e questo coincida collo zero della graduazione quando l'asse ottico EB è orizzontale , ben si comprende che l'angolo OCB che l' indice forma coll' asse ottico,

sarà invariabile, perchè è fisso al cannocchiale ; onde mirando un oggetto M (cioè dirigendo una visuale in modo che l' incrocicchio dei fili venga a coprire l'oggetto M), l'angolo MCN di elevazione sull'orizzonte EN sarà pur eguale all'angolo OCA descritto dall'indice; cioè l'asse ottico avrà percorso lo stesso numero di gradi indicato dall'indice; onde non si avrà che a leggere il numero di gradi segnato da quest'ultimo per avere l' an-

Fig. 156.



golo di elevazione. Lo stesso dicasi per gli angoli di depressione; sol che l'indice passerà in tal caso dall'altra parte dello zero, cioè verso B. Egli è perciò che il circolo è diviso da 0° a 90° verso E, e da 0° a 90° verso B; in tal guisa si hanno gli angoli d'elevazione, se l'indice si trova nel quadrante OE; di depressione, se in quello OB. I primi vengono registrati col segno (+), i secondi col segno (—).

Circa al modo di determinare l'orizzontalità dell'asse ottico , si tratterà più specialmente in appresso, parlando delle verificazioni e correzioni della diottra.

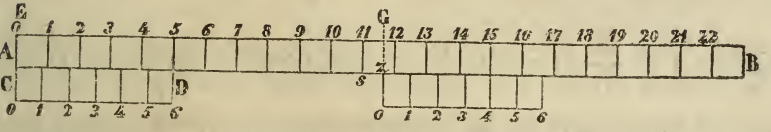
§ 85. Del Nonio o Vernier.

L'indice porta un piccolo Nonio *pq* (fig. 154), col quale si possono valutare le frazioni di grado. Sotto il nome di *Nonio* (che i Francesi chiamano *vernier*), intendesi un apparecchio, che serve ad indicare le frazioni delle più piccole divisioni di un istromento diviso in parti eguali. Esso può applicarsi tanto ad un circolo o semicircolo, quanto ad una retta graduata: nel primo caso è curvilineo , rettilineo nel secondo : la teoria e l'uso però sono gli stessi in ambi i casi.

Egli è facile concepire che, per quanto moltiplicate sieno le divisioni d'uno stromento che serve a misurare lunghezze od angoli, esso non darà la misura esatta che nel solo caso, in cui questa coincida perfettamente colle divisioni dell'istromento: ma il più sovente tale misura comprenderà un certo numero di divisioni, più una frazione che si tratta di stimare per mezzo dell'apparecchio denominato Nonio.

Sia AB (fig. 157) una retta divisa in parti eguali ; se si prende una piccola riga CD della lunghezza precisa di cinque

Fig. 157.



parti, p. e. della retta graduata, e si divide nello stesso numero di parti più una, cioè in sei parti uguali, egli è agevole comprendere che ciascuna parte di questa sarà minore di $\frac{1}{6}$ di quelle dello stromento o retta graduata; perciò quando si porrà la piccola riga in coincidenza colle divisioni 0 e 5 della retta graduata, il N° 1 della riga sarà (prendendo per unità una delle divisioni dello stromento) indietro di $\frac{1}{6}$ d'unità dal N° 1 della retta graduata; il N° 2 della riga sarà indietro di $\frac{2}{6}$ dal N° 2 dello stromento; il N° 3 lo sarà di $\frac{3}{6}$ dal N° 3; il N° 4 di $\frac{4}{6}$; il N° 5 di $\frac{5}{6}$ e finalmente il N° 6 sarà addietro di $\frac{6}{6}$; cioè di una unità dal N° 6 dello stromento; vale a dire ch'esso coinciderà col N° 5 del medesimo. Ora che si conoscono le proprietà delle divisioni della piccola riga CD, che è appunto ciò che chiamasi Nonio, sarà facile servirsene per misurare esattamente una lunghezza

EG che contiene, p. e. 11 parti della retta graduata, più una frazione *sz*. A tal fine si porti la riga CD all'estremità di EG, e si faccia coincidere lo 0 del nonio col punto *z*; si troverà p. e. che la divisione 4 del nonio coincide colla divisione 15 dello stromento; in tal caso la frazione *sz* sarà $\frac{4}{6}$ dell'unità, e la lunghezza di EG sarà di 11 unità, più $\frac{4}{6}$; imperocchè la divisione 3 del nonio trovasi innanzi di $\frac{1}{6}$ dalla divisione 14 della retta graduata; la divisione 2 è innanzi di $\frac{2}{6}$ da quella 13; la divisione 1 di $\frac{3}{6}$ da quella 12; e finalmente la divisione 0 che segna il limite della lunghezza EG, è innanzi di $\frac{4}{6}$ dalla divisione 11 dello stromento. Egli è facile vedere che è affatto inutile di numerare una ad una le parti; il numero 4 della coincidenza dà immediatamente la frazione di $\frac{4}{6}$, cioè 4 volte la differenza fra l'unità dello stromento e l'unità del nonio, la quale in questo caso è di $\frac{1}{6}$.

In termini generali: se il nonio deve comprendere n parti, queste si otterranno dividendo $n-1$ parti della minore specie dello stromento per n; e se ogni divisione è uguale ad una data quantità D, e ciascuna di quelle del nonio eguale a d, egli è chiaro che si avrà $(n-1)\ D=nd$; dalla quale equazione si ricava $D-d=\frac{D}{n}$. Tale differenza determina appunto l'approssimazione del nonio, cioè il limite, sino a cui si possono valutare le frazioni.

Applicando la teoria del nonio alla misura degli angoli, che si ottiene dalle circonferenze graduate degli stromenti topografici nelle quali si ha d' ordinario D eguale a 30 minuti primi,

si avrebbe per $n=5$ l'approssimazione del nonio $D-d=\frac{30'}{5}=6'$

» $n=6$ » » $D-d=\frac{30'}{6}=5'$

» $n=10$ » » $D-d=\frac{30'}{10}=3'$

» $n=15$ » » $D-d=\frac{30'}{15}=2'$

» $n=30$ » » $D-d=\frac{30'}{30}=1'$

Si vede adunque che quanto più grande sarà n, tanto maggiore sarà l'approssimazione $D-d$ data dal nonio. Però conviene osservare che la frazione la quale indica l'approssimazione ha un limite fisico, poichè i tratti hanno una certa larghezza, ed ove questi venissero di troppo fra loro ravvicinati, non si potrebbe più distinguere la vera coincidenza. Per la qual cosa non conviene spingere di troppo l' approssimazione coi nonii. Per poter scernere esattamente la coincidenza si fa uso d'ordinario di una lente.

Il valore che si dà ordinariamente a n negli stromenti topografici è 10 o 15 e talvolta 30.

Ne'teodoliti, in cui si ha D eguale a 10 o 5 minuti primi, l'approssimazione del nonio si spinge a 10 o 5 minuti secondi, ed in alcuni fino a 3".

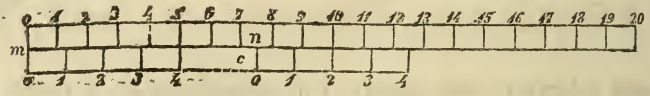
I due esempi seguenti serviranno a meglio far comprendere l'applicazione del nonio alla misura degli angoli, supposto lo stromento diviso in mezzi gradi.

1° Il nonio contiene 10 divisioni; lo zero si trova fra 50° e 50°.30'; la quinta divisione coincide con una graduazione del circolo. L'angolo osservato sarà $50+5\times3'=50°.15'$.

2° Il nonio ha 15 divisioni; lo zero si trova fra 87° e 87°.30'. L' undecima divisione coincide colla graduazione del circolo. L'angolo osservato sarà $87+11\times2'=87°.22'$.

In alcuni stromenti il nonio diviso in n parti uguali, a vece di comprendere $(n-1)$ piccole parti del circolo o retta graduata, trovasi uguale a $(n+1)$ parti dello stromento. In tal caso ciascuna suddivisione del nonio è maggiore di $\frac{1}{n}$ di quelle dello stromento, e darà il complemento dell'unità per la frazione che si vuol stimare, come si vede nell'esempio seguente (fig. 158).

Fig. 158.



Il nonio è diviso in quattro parti eguali, e comprende 5 divisioni della retta graduata. Trattandosi di stimare la lunghezza *mn* uguale a 7 divisioni, più una frazione *cn*, e supponendo la coincidenza della divisione 2 del nonio colla 10 dell' istromento, si dirà che la divisione N° 1 trovasi a sinistra di $\frac{1}{4}$ di unità dalla divisione 9, ed il N° 0 di $\frac{2}{4}$ dalla divisione 8; perciò la frazione *cn* sarà uguale ad un'unità meno $\frac{2}{4}$.

A vece di far questo calcolo, si ha cura di scrivere le divisioni del nonio in modo che esse diano direttamente la frazione *c n*, e non il suo complemento, cioè segnando le divisioni in senso inverso. Così nel presente caso lo 0 verrebbe scritto al luogo di 4, 1 a vece di 3, 3 a vece di 1, e 4 finalmente al punto 0. Poco in uso sono simili nonii.

§ 86. Verificazioni e correzioni della Diottra.

La diottra, da quanto venne detto, serve a tracciare sul piano della tavoletta, collocata orizzontale, la proiezione delle visuali

dirette per l'asse ottico agli oggetti vari del terreno. Una tale proiezione è la traccia del piano verticale passante per la linea di mira od asse ottico; proiezione che viene segnata sul piano orizzontale della tavoletta dalla linea *ab* dell'alidada (fig. 154), chiamata *linea di fede.* Ora a far sì che la linea di fede sia la vera traccia del piano verticale descritto dall'asse ottico, detto *piano di collimazione*, egli è necessario:

1° *Che l'asse ottico del cannocchiale sia perpendicolare al suo asse di rotazione,onde possa descrivere un piano.*

2° *Che il piano descritto dall'asse ottico sia verticale.*

3° *Che la traccia di questo piano si confonda colla linea di fede.*

Ognun vede adunque come prima di servirsi d'una diottra sia necessario accertarsi se le tre enunciate condizioni siano adempiute; locchè necessita dapprima apposite verificazioni, e quindi debite correzioni, se le verificazioni non soddisfano allo scopo prestabilito. Lo stromento è costruito in modo che l'operatore può fare le volute correzioni, senza ricorrere all'opera del macchinista, della quale non si può sempre disporre, massime in campagna.

Ecco in qual modo si deve procedere alle verificazioni e relative correzioni in discorso; avvertendo che le medesime vogliono essere fatte nell' ordine qui sotto descritto, l'una essendo dipendente dall'altra; e perchè ognuno possa farsi un'idea chiara e precisa dell'uffizio a cui è destinata la diottra, è utile osservare che in questo stromento non si devono considerare che le tre linee matematiche seguenti:

1° L'asse ottico.

2° L'asse di rotazione.

3° La linea di fede.

1ª *Verificazione. L'asse ottico del cannocchiale dev'essere perpendicolare all'asse di rotazione, onde possa descrivere un piano.*

Affinchè la proiezione della linea di mira, la quale viene segnata lungo l'alidada, sia sempre la traccia d'un piano, è necessario

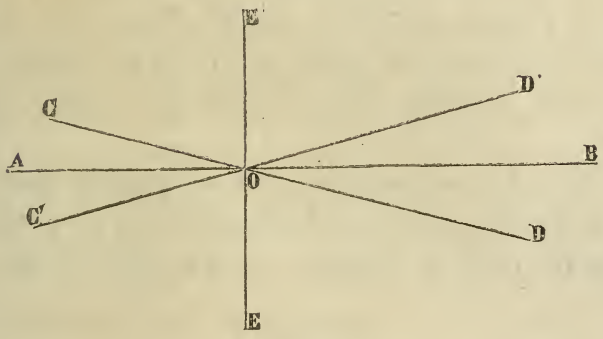
che l'asse ottico sia perpendicolare all'asse di rotazione. Egli è agevole comprendere che, se l'asse ottico fosse inclinato su quello di rotazione, la superficie generata dal primo nel suo giro attorno al secondo riuscirebbe una superficie conica, il cui asse sarebbe quello di rotazione del cannocchiale. Se l'asse ottico invece fosse perpendicolare all'asse di rotazione, genererebbe una superficie piana. Per verificare se tale condizione è adempiuta, si mira colla diottra, ad un dipresso sull'orizzonte della tavoletta, un oggetto ben distinto a 600 metri circa, e si segna la posizione della linea di fede con due aghi finissimi, distanti fra loro il più che possibile: si opera quindi il rivolgimento del cannocchiale e della riga; cioè si fa girare il cannocchiale di 180° attorno all'asse di rotazione, e si rivolge pur la riga, collocando di nuovo la linea di fede tangente ai due aghi. Se l'incrocicchio dei fili in questa nuova posizione copre esattamente il punto già osservato, egli è chiaro che il piano, passante per l'asse ottico e per l'oggetto, si confonderà con quello descritto nella prima osservazione, onde esso sarà perpendicolare all'asse di rotazione. Se per lo contrario, operando il rivolgimento, l'asse ottico non andasse più a battere sull'oggetto stesso, esso si troverebbe inclinato su quello di rotazione.

Suppongasi in vero che l'asse ottico CD (fig. 159) sia inclinato sull'asse di rotazione EE' e diretto verso un oggetto D; nel rivolgimento del cannocchiale l'estremità E verrà in E' e viceversa E' in E, e l'angolo EOD prenderà una posizione simmetrica E'OD'; per la qual cosa la linea di mira C'D' non passerà più per l'oggetto D, ma per un altro D': il vero asse ottico perpendicolare all'asse di rotazione sarà AB, quello cioè che dividerà in due parti eguali l'angolo DOD'; perciò la linea di mira vuol essere trasportata sulla direzione AB, cioè diretta contro un oggetto B, che si giudica a vista trovarsi a metà della distanza angolare DOD'.

Correzione. Si ottiene questa correzione a tastone, per mezzo delle due viti laterali del micrometro, facendole muovere, l'una in senso inverso dell'altra, vale a dire schiudendo l'una e chiudendo

l'altra opposta, il che darà al micrometro un movimento di traslazione laterale sufficiente per trasportare l'incrocicchio dei fili sulla vera linea di mira. Se la metà di questa dif-

Fig. 159.



ferenza non è stata ben presa a vista d'occhio, bisognerà di bel nuovo, a tastone, con un secondo rivolgimento, correggere la rimanente differenza, e così di seguito, sino a tanto che sia totalmente scomparsa. Ben si comprende che, ove si riconducesse il filo esattamente sul primo oggetto D, l'asse ottico continuerebbe ad essere obliquo per rispetto all'asse di rotazione.

2ª *Verificazione. Il piano descritto dall'asse ottico debb'essere verticale.*

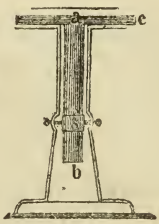
L'ufficio della diottra quello essendo di segnare la traccia di un piano verticale sopra uno orizzontale, non è sufficiente che l'asse ottico descriva un piano, ma è pur indispensabile, che questo piano sia verticale. Questa condizione sarà raggiunta, quando l'asse di rotazione del cannocchiale sarà orizzontale, giacchè trovandosi l'asse ottico, in virtù della precedente correzione, perpendicolare all'asse di rotazione, il piano descritto dal primo riescirà verticale se il secondo è orizzontale. Per verificare se tale condizione è adempiuta, si mira un oggetto elevato da 20° a 40° sull'orizzonte della tavoletta (se si osservasse un oggetto pressochè all'orizzonte, il piano descritto

dall'asse ottico ed il vero piano verticale differirebbero poco tra loro, in guisa che non si potrebbe scorgere la differenza fra il primo ed il secondo): si fissa quindi la posizione della linea di fede per mezzo di aghi ben lontani l'uno dall'altro. Poscia si eseguisce il rivolgimento del cannocchiale, e si mira lo stesso oggetto: se il piano descritto è verticale, l'asse ottico deve necessariamente passare di nuovo per il primo oggetto osservato: in caso contrario converrà rendere orizzontale l'asse di rotazione.

Correzione. La correzione si opera nel seguente modo.

Per mezzo delle viti della colonna, entro cui sta il fusto *ab*, che sopporta l'asse di rotazione *ac* (fig. 160), si può cam-

Fig. 160.



biare l'inclinazione di quest'asse, spingendo con una vite, mentre l'altra viene schiusa, il fusto a destra od a sinistra, sino a che l'asse ottico copra un nuovo oggetto a metà fra la 1ª e la 2ª osservazione: si farà quindi il rivolgimento del cannocchiale e dell'alidada, in modo che questa sia di bel nuovo collocata tangente ai due aghi ed il piede del cannocchiale si trovi presso a poco nello stesso sito della prima osservazione. Se in questa seconda posizione della diottra l'asse ottico passerà per l'oggetto già osservato precedentemente, il piano sarà verticale; se invece si osserverà ancora qualche differenza, si rinnoverà la stessa operazione sino a tanto che quella sia totalmente scomparsa. Ognun comprende che nel muovere il fusto, l'asse di rotazione, la cui inclinazione sul fusto stesso è invariabile per costruzione, prenderà una diversa inclinazione sull'orizzonte, e

diverrà perfettamente orizzontale, quando nelle due osservazioni (l'una diretta e l'altra di rivolgimento) l'asse ottico coprirà lo stesso oggetto.

Vuolsi qui avvertire che il piede del cannocchiale e per conseguenza l'asse di rotazione che fa sistema con esso, potrebbero sensibilmente mutare d'inclinazione a seconda delle lievi asperità che s'incontrano sullo specchio della tavoletta; onde il piano descritto dall'asse ottico non riescirebbe sempre verticale. A fissare in modo preciso la verticalità di questo piano venne immaginato di collocare al piede della diottra, siccome linea costante di paragone, un livello a bolla d'aria *g* (fig. 154), il quale facendo sistema coll'istrumento, accenna alle inclinazioni che possono succedere nella diottra, quando questa non si trovi esattamente sopra un piano orizzontale. Riconducendo adunque, per mezzo delle viti proprie del livello, la bolla d'aria ad occupare il mezzo del tubo, quando si è ottenuta la verticalità del piano mercè della seconda correzione, si avrà la certezza che ogni qualvolta colla vite *f*, la quale ha azione sul piede dell'istromento e per conseguenza sul livello stesso, si ricondurrà la bolla d'aria ad occupare il mezzo del tubo, la diottra si troverà nella vera posizione, affinchè il piano descritto dall'asse ottico sia verticale.

Si potrebbe altresì verificare se il piano descritto dall'asse ottico è verticale, facendo percorrere il piano di collimazione, ossia l'incrocicchio dei fili, lungo lo spigolo di un muro verticale; se lo coprirà in tutta la sua lunghezza egli è chiaro che il piano descritto dall'asse ottico sarà verticale; in caso diverso, si opererà l'opportuna correzione come si è detto più sopra; solchè vuolsi avvertire che una tale verificazione essendo d'ordinario limitata, si preferisce la precedente perchè più esatta.

Se si mirasse sempre esattamente all'intersezione dei fili del micrometro, poco importerebbe che l'intero filo fosse verticale; ma siccome si abbreviano le osservazioni facendo passare la visuale per un punto qualsiasi del filo, così è necessario che esso sia esattamente verticale.

Questa condizione sarà adempiuta quando mirando uno spigolo di un muro, ad esempio, od un segnale verticale, l'intero filo coprirà in tutta la sua lunghezza lo spigolo o segnale stesso; se per lo contrario se ne allontana, si ricondurrà il filo sulla linea verticale, facendo colla mano descrivere alla ghiera (*virole*) che sopporta il micrometro, un movimento circolare attorno alla crociera dei fili, sino a che si verifichi la verticalità del filo.

3ª *Verificazione. La traccia del piano, descritto dall'asse ottico, deve confondersi colla linea di fede.*

La proiezione della visuale condotta per l'asse ottico ad un oggetto vien segnata sulla tavoletta dalla linea di fede. Affinchè quest'ultima sia la vera proiezione della linea di mira, conviene necessariamente, che la traccia del piano descritto dall'asse ottico si confonda colla linea fiduciale, cioè che l'asse ottico e la linea di fede siano contenuti in uno stesso piano, per cui la proiezione dell'asse di rotazione cadrebbe perpendicolare alla linea fiduciale.

Si verifica se ciò ha luogo dirigendo la linea fiduciale nel senso di un allineamento tracciato sul terreno con paline, ed osservando se l'asse ottico copre lo stesso allineamento.

Correzione. Ove l'asse ottico non copra l'allineamento, cioè faccia un angolo col medesimo e per conseguenza la sua proiezione sia inclinata sull'alidada, si farà girare convenientemente il fusto della colonna (schiudendo dapprima la vite inferiore nell'interno del fusto, collocata dentro al foro praticato nell'alidada, e poscia la piccola vite che sta a fianco della colonna, e superiormente a quella del fusto), sino a che l'asse ottico, ferma rimanendo l'alidada, sia diretto secondo l'allineamento in discorso. Tale correzione per nulla disturba la precedente, perchè il fusto gira attorno a se stesso, indipendentemente dalle due viti laterali della colonna, le quali premono contro il piccolo tubetto *s* (fig. 160), entro cui sta il fusto stesso.

Potrebbe succedere, come accade il più sovente, che per la

costruzione dello stromento, la proiezione dell'asse ottico non cadesse esattamente sulla linea fiduciale, ma corresse invece parallela alla medesima. Una tale circostanza non influisce menomamente sull'esattezza del piano.

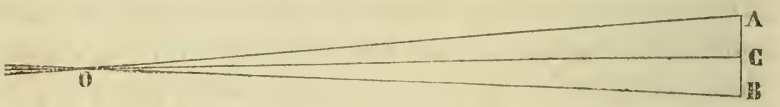
Si potrebbe del resto prescindere dalla correzione suddetta, perchè ove la proiezione dell'asse ottico formasse un angolo colla linea fiduciale, ciò che vien chiamato *errore di collimazione*, l'esattezza del piano non si troverebbe punto alterata, conservandosi questo angolo sempre costante in tutte le direzioni che prenderebbe la diottra. Soltanto converrebbe in tale circostanza appoggiare la levata ad un lato della rete che già fosse orientato; oppure, dopo terminata la levata eseguita con una simile diottra, far variare il quadro di una quantità angolare eguale all'errore di collimazione, onde avere il piano ben orientato. Se un tale errore è piccolo, si tralascia d'ordinario questa correzione.

Operate le accennate verificazioni e correzioni, la diottra è atta all'ufficio a cui essa è specialmente destinata, di segnare cioè la traccia di un piano verticale sopra un altro orizzontale. Essendo però questo stromento destinato altresì a misurare coll'eclimetro gli angoli di elevazione e di depressione, vuolsi eziandio verificare, *se l'asse ottico è esattamente orizzontale allorchè lo zero del nonio o l'indice coincide collo zero dell'eclimetro.* Per ciò occorre una quarta verificazione.

Per operare questa verificazione si faccia coincidere lo zero del nonio con quello dell'eclimetro, e si osservi sul terreno, a distanza di 300 metri circa, il punto che trovasi coperto dall'incrocicchio dei fili. Si eseguisca quindi il rivolgimento riponendo il nonio a zero. Se in tale posizione del cannocchiale, l'incrocicchio dei fili va a coprire lo stesso oggetto già mirato, egli è chiaro che l'asse ottico sarà orizzontale. Se invece, nella seconda posizione del cannocchiale, la linea di mira si dirige ad un altro oggetto, l'asse ottico sarà inclinato per rapporto all'orizzontale, poichè se nella prima osservazione esso faceva coll'orizzontale OC (fig. 161) un angolo

di elevazione AOC, dopo il rivolgimento, prenderà una direzione OB simmetrica ad AO, di modo che si avrà l'angolo BOC eguale ad AOC. Sarà dunque in tal caso necessario d'inclinare l'asse

Fig. 161.



ottico in modo che esso venga a prendere la direzione orizzontale OC; ma in questo movimento il nonio avrà descritto sull'eclimetro un angolo eguale a quello percorso dall'asse ottico; epperciò si dovrà trasportare altresì lo zero del circolo onde porlo in coincidenza collo zero del nonio. Si opera questa correzione sull'eclimetro col mezzo della vite a spirale *r*, detta di *richiamo* (fig. 154), la quale imprime al medesimo un leggiero movimento di rotazione attorno al suo centro. Quest'operazione va fatta a tastone, vale a dire s'inclina dapprima l'asse ottico in modo da dividere in due parti eguali l'angolo AOB (ciò che si ottiene osservando un punto C a metà distanza verticale fra i punti A e B); e si riconduce quindi lo zero dell'eclimetro in coincidenza collo zero del nonio, per mezzo della vite *r* ora detta. Se dopo il rivolgimento si osserva ancora qualche differenza, bisognerà ripetere l'operazione finchè, coincidendo i due zeri, si ottenga l'orizzontalità perfetta dell'asse ottico.

Qui vuolsi osservare che la dilatazione prodotta dall'aumento di temperatura ed altre cause, facendo spesso variare la posizione dell'eclimetro per rispetto all'orizzontalità dell'asse ottico, si è aggiunto superiormente al circolo graduato un livello a bolla d'aria *h*, il quale, facendo sistema coll'eclimetro stesso, somministra una linea costante di paragone; cioè accenna ai lievi spostamenti che succedono nell'eclimetro per le cause su accennate. Così, se quando l'asse ottico è orizzontale ed i due zeri coincidono, si nota la posizione della bolla d'aria nel relativo tubo, basterà in appresso, per ottenere l'orizzontalità

dell'asse ottico, di condurre la bolla d'aria in tale posizione e far coincidere i due zeri. Però per ottener una maggior precisione nella posizione della bolla d'aria, si stabilisce questa esattamente nel mezzo del tubo, quando, fatta la correzione, l'asse ottico è orizzontale; e ciò cambiando l'altezza di uno dei piedi del livello col mezzo delle due viti *i*. Ne segue da ciò che ogni qualvolta si vorranno misurare angoli di elevazione o di depressione, si dovrà sempre condurre, col mezzo della vite *r*, la bolla d'aria nel mezzo onde la misura dell'angolo, che fa ogni visuale coll'orizzontale, sia esatta (*Vedasi* § 84).

Ove non si potesse operare una tale correzione, si osserverà a qual divisione dell'eclimetro corrisponde lo zero del nonio quando l'asse ottico è orizzontale. Ciò si ottiene osservando uno stesso punto nelle due posizioni della diottra, misurando l'angolo di elevazione o di depressione, e prendendo infine la media dalla differenza de' risultati. Così p. es. osservando un oggetto, si ottiene per risultato + 7°; quindi mirando lo stesso oggetto, dopo aver eseguito il rivolgimento, l'angolo risulta + 5°, la metà della correzione tra le due osservazioni sarà in questo caso —1° colla diottra diretta, e + 1° colla diottra rivolta; e la vera misura sarà nella prima osservazione + 7°—1°=+6°, e nella seconda +5°+1°=+6°. Ondechè si dirà che lo zero del nonio corrisponderà in tal caso a +1° quando l'asse ottico è orizzontale, e perciò si terrà conto di tale differenza nella misura degli angoli, sottraendo cioè, 1° agli angoli di elevazione, ed aggiungendo 1° a quelli di depressione quando si opera colla diottra diretta: succederà l'opposto, quando si faranno osservazioni col rivolgimento.

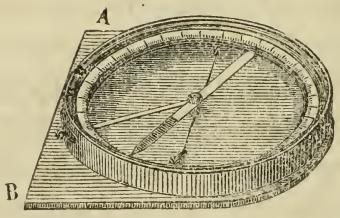
§ 87. Del Declinatore.

Il Declinatore è una scatola al cui centro è sospeso un ago calamitato ed in fondo della quale sta segnato un circolo graduato. La linea nord-sud, ossia il diametro 0° e 180°, è parallela al lato AB (fig. 162).

Il Declinatore serve per orientare approssimativamente la tavoletta; approssimativamente soltanto a cagione delle variazioni a cui va soggetto l'ago calamitato (*V. l'art. della Bussola*).

Per orientare la tavoletta col declinatore si colloca questo stromento sullo specchio della medesima, e si stabilisce in modo che l'ago calamitato si trovi precisamente sul diametro 0° e 180°; si segna quindi con una matita il contorno del declinatore; la linea AB indicherà la direzione del meridiano magnetico: ep-

Fig. 162.



perciò quando si farà un'altra stazione, si otterrà l'orientamento approssimativo, collocando nuovamente il declinatore nel contorno precedentemente tracciato e facendo poscia girare lo specchio, finchè l'ago magnetico segni 0°.

Quando si vuol orientare una levata secondo il meridiano vero, si dispone il declinatore in guisa che l'ago calamitato segni un angolo uguale a quello della declinazione del luogo; e così la linea, che sarà tirata lungo il lato del declinatore, segni sulla tavoletta il meridiano terrestre.

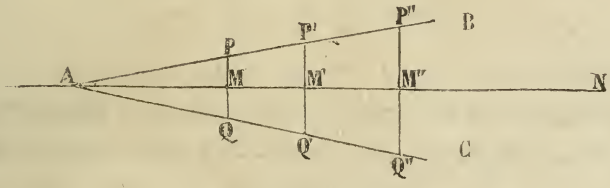
§ 88. Della Stadia.

Il tempo che si richiede nella misura delle distanze sia colla canna metrica, sia colla catena, e le difficoltà inoltre, e talvolta l'impossibilità di misurare distanze attraverso ostacoli che bene spesso s'incontrano sul terreno, quali sono ad esempio i burroni, le paludi e simili, hanno fatto imaginare varii mezzi per ottenere le distanze senza effettivamente misurarle.

Fra questi il più in uso ed il più perfezionato al giorno d'oggi è quello della misura delle distanze colla *stadia*, mercè del quale si opera altresì con molta speditezza.

L'uso della stadia è fondato sul seguente principio. Se molti oggetti di varia altezza sono compresi nello stesso angolo visuale, le distanze, che li separano dall'osservatore, cioè dal vertice dell'angolo stesso, sono proporzionali alle loro rispettive altezze. Così se in un angolo visuale BAC (fig. 163), sono com-

Fig. 163.



presi vari oggetti dell'altezza verticale PQ, P'Q', P''Q'', egli è chiaro che le distanze orizzontali AM, AM', AM'' saranno proporzionali a queste altezze.

Ciò premesso, se in un cannocchiale si viene a formare un angolo visuale costante, questo comprenderà una più o meno grande porzione di uno stesso oggetto, secondo che sarà maggiore o minore la distanza di quest'oggetto dall'occhio dell'osservatore o vertice dell'angolo.

Si ottiene quest'angolo costante per mezzo di un micrometro composto di tre fili di ragno fra loro paralleli *a'*, *b'* e *c'*, disposti in modo che i due *a'* e *b'* siano equidistanti da quello di mezzo *c'* (fig. 164).

Traguardando attraverso l'asse ottico l'immagine rovesciata di un oggetto posto in distanza, ad esempio un'asta verticale, essa verrà intersecata dai due fili estremi *a'* e *b'* in *a* e *b* che formano l'angolo visuale costante. Ora i fasci luminosi che partono dai punti A e B dell'asta i quali corrispondono ai punti *a* e *b* della sua immagine, s'intersecano, nel loro cammino in linea retta, nel centro ottico O dell'obbiettivo, e determinano

due triangoli isosceli AOB, *aOb*, simili fra loro. Essi hanno per base, l'uno la parte dell'asta AB compresa dall'angolo visuale, e l'altro la sua imagine *ab*; e per altezza, il primo la distanza OC

Fig. 164.

dall'obbiettivo all'asta, il secondo la distanza focale O*c*; si potrà dunque stabilire la seguente proporzione: *ab*:AB::O*c*:OC; ossia, facendo per brevità *ab*=*h*, AB=H, O*c*=*d*, OC=D, si avrà

$$h : H :: d : D,$$

e quindi

$$D = \frac{d}{h} H \quad (1).$$

La quantità H dell'asta si può misurare: *d* e *h* sono due quantità costanti che si possono altresì misurare; l'equazione precedente sarà adunque sufficiente per calcolare il valore di D. Nella pratica però si osserva che il più piccolo errore che si commettesse nella misura diretta delle due quantità *h* e *d* avrebbe un' influenza grandissima sulla determinazione della lunghezza D; egli è perciò che invece della misura diretta, si cerca il rapporto *d*:*h* col mezzo di un'operazione pratica (che si può chiamare *regolatrice*), la quale consiste nel misurare esattamente sul terreno una distanza orizzontale D'. Sia H' l'altezza dell'asta che a questa distanza trovasi compresa tra i fili del micrometro; si avrà:

$$D' : H' :: d : h$$

e quindi

$$\frac{D'}{H'} = \frac{d}{h}.$$

Sostituendo questo valore nella equazione (1) si avrà:

$$D = \frac{D'}{H'} H \quad (2).$$

Ottenuto adunque il rapporto costante $\frac{D'}{H'}$ non si avrà che a moltiplicare questo rapporto per H, onde ottenere la distanza D. Se ad esempio si ha $D' = 100^m$, $H = 0^m,80$, si avrà per una distanza D corrispondente ad un'altezza H eguale a $1^m,20$

$$D = \frac{100}{0,80} \times 1,20 = 150.$$

Ad evitare però questo calcolo, si divide H' in tante parti eguali, quante sono le unità di misura contenute in D', e si prolunga questa divisione in tutta la lunghezza dell'asta. Egli è chiaro che dividendo l'asta in tal modo, il numero delle unità di misura contenute in D, sarà eguale a quello delle divisioni contenute in H, poichè dalla formola (2) si ha:

$$\frac{D}{H} = \frac{D'}{H'}$$

Epperciò, se si suppone che l'unità di misura della distanza D' sia il metro, basterà osservare il numero delle divisioni contenute in H', onde ottenere la quantità di metri della distanza D.

Il modo pratico per ottener l'altezza dell'asta H', supposta data la distanza regolatrice D', è il seguente: si fa collocare verticalmente un'asta imbianchita ad una distanza orizzontale, p. es. di 100 metri dall'obbiettivo; quindi l'osservatore fa segnare su di essa le apparenti intersecazioni dei fili *a* e *b*, cioè la parte di asta compresa dall'angolo visuale; questa indicherà la distanza di 100^m. Dividendola in 100 parti eguali, e protraendo la divisione per tutta la lunghezza dell'asta, ogni divisione corrisponderà ad un metro sul terreno: si potrà perciò, mediante la semplice lettura, ottenere le distanze, tra il

punto in cui quest'asta sarà stata collocata ed il cannocchiale che ha servito a dividerla. Potrebbe talvolta accadere che per la posizione molto approssimata de'fili, la parte dell'asta compresa dall'angolo visuale risultasse troppo piccola a potervi chiaramente distinguere le divisioni ad una certa distanza: in tal caso o s'ingrandisce l'angolo visuale spostando i fili in modo che a 100 metri, ad es., si comprenda almeno una lunghezza di 2 metri dell'asta; ovvero se i fili non si possono trasportare, si gradua l'asta in modo che ogni divisione corrisponda a due o tre unità di misura.

Fig. 165.

Alcuni vogliono sostenere che la lettura colla stadia varia col variare della posizione dell'oculare in ragione della vista dell'osservatore, onde viene a mutarsi il vertice dell'angolo visuale; si potrebbe dimostrare per altro, appoggiandosi altresì all'esperienza, che i risultati somministrati dalla stadia non possono in alcun modo essere alterati dalle variazioni, che le diverse posizioni dell'oculare fanno subire all'angolo visuale, all'angolo cioè sotteso dall'immagine focale, avente per vertice il centro ottico dell'oculare.

L'asta, di cui si è fin qui discorso, venne chiamata *Stadia;* nome probabilmente derivato da *stade*, misura (fig. 165). Essa è d'ordinario composta di due o tre pezzi riuniti per mezzo di cerniere, onde renderla più comoda al trasporto. Per agevolare la lettura, le unità sono alternativamente segnate in bianco e in nero: quelle indicanti 50 metri in rosso.

La stadia testè descritta suppone fissi i fili del micrometro; onde la necessità di dover impiegare sempre la stessa asta col medesimo cannocchiale. Ove i fili del micrometro venissero a rompersi od a curvarsi, bisognerebbe di nuovo graduare l'asta, raddrizzando questi o ponendone altri. Si evita questo inconveniente colla mobilità dei fili estremi, i quali possono

allontanarsi od avvicinarsi da quello di mezzo di un' eguale quantità, mercè d'un apposito congegno annesso al micrometro stesso, e munito di due viti esterne. Con tale micrometro mobile, prima di servirsi della stadia, vuolsi ogni giorno misurare una distanza orizzontale di 100 metri, ad esempio, ed adattare i fili alla stadia, cioè muovere i due estremi mercè l'apposito congegno, finchè si leggano 50 divisioni fra un filo estremo e quello di mezzo, fermo rimanendo quest'ultimo *(a)*.

Se a primo aspetto il micrometro a fili mobili sembra un perfezionamento, l'esperienza ha per altro dimostrato, come per poco le viti vengano a muoversi (ciò che succede frequentissimo ne'lunghi e disastrosi tragitti in montagna), si alteri tosto la distanza fra i fili, e perciò erronea risulti la misura colla stadia. Persone provette nell'arte di levare i piani osservarono sì di frequente simili alterazioni, che esse non saranno mai per consigliare l'uso dei micrometri a fili mobili.

A rimediare all'inconveniente che presentano i fili di ragno, i quali oltre ad essere igrometrici facilmente si rompono, fu immaginato, da poco tempo, di sostituire all'attuale micrometro un finissimo vetro perfettamente piano, sul quale sono incise, col mezzo dell'acido fluorico, sottilissime linee che fanno le veci dei fili di ragno. Un tale perfezionamento, che fu assai apprezzato dai cultori dell'arte, e sortì il più appagante risultamento nelle pratiche operazioni, ha arrecato un grande vantaggio nella levata dei piani, tanto più che le dette linee essendo più sottili che non i fili sin qui usati, si ottiene una maggior pre-

---

(*a*) Venne ideata una specie di stadia detta *Corismometro*, per l'uso della quale l'intervallo che separa i due fili estremi paralleli del micrometro è variabile, e può esser valutato, col mezzo di un sistema micrometrico; l'asta ha in questo caso una lunghezza costante, ed è il numero delle divisioni micrometriche che comprendono tutta la lunghezza dell'asta, le quali permettono di calcolare una distanza. Il principio però di questo genere di stadia non varia da quello della stadia ordinaria. Questo stromento non è guari usato.

cisione nel mirare gli oggetti, e maggior esattezza per conseguenza nella lettura della stadia (*a*).

Giova avvertire, che facendo uso di un tale micrometro, si deve pulire bene il vetro prima di adoperare lo stromento, onde togliere i granelli di polvere che facilmente si posano sul vetro stesso, e vengono ingrossati dalla lente oculare.

Vuolsi ancora aggiungere riguardo alla costruzione della stadia, che a tutto rigore non è esatto di graduare l'asta nel modo dianzi descritto, perchè, giusta le leggi dell'ottica, la situazione dell'immagine di un oggetto posto a distanza non è invariabile, come si è supposto nella teorica prenunciata; ma bensì essa si allontana dalla lente a misura che l'oggetto a questa si avvicina, e si accosta al contrario alla lente quanto più l' oggetto se ne allontana, e perciò varia la grandezza dell'immagine e la distanza focale. Onde l'ipotesi di considerare la situazione dell'imagine come invariabile, produce un errore nella valutazione delle distanze: errore questo che, avendo l'avvertenza di graduare l'asta ad una distanza fra 100 e 200 metri, è al disotto della tolleranza generalmente acconsentita nella levata dei piani (*b*).

(*a*) La prima idea di un tale perfezionamento è dovuta ad un Ufficiale del Corpo Reale di Stato Maggiore Piemontese. I risultati della pratica di questi ultimi anni hanno fatto definitivamente adottare nella costruzione delle diottre dell'Uffizio Topografico l'uso dei micrometri incisi sul vetro e proscrivere quelli antichi a fili di ragnatela.

(*b*) Suppongasi che l'operazione fatta sul terreno per graduare l'asta abbia data la proporzione

$$D:H::d:h;\ \text{e quindi}\ D\times h=H\times d.$$

Alla stessa guisa per un'altra distanza D' corrispondente alla lettera H', si avrà chiamando d' la nuova distanza focale

$$D':H'::d':h;\ \text{e quindi}\ D'\times h=H'\times d'.$$

Combinando queste due equazioni ed eliminando h

si avrà $$D'=\frac{D}{H}H'\frac{d'}{d}$$

a vece di $$D''=\frac{D}{H}H$$

Prima di servirsi d'una stadia già divisa, è necessario osservare se ad una distanza misurata, ad esempio 100m, l'intervallo tra i fili estremi del micrometro comprende esattamente le divisioni corrispondenti sull'asta: ove si osservasse una differenza, e non

---

designando per D'' la distanza che si sarebbe ottenuta, qualora nelle due osservazioni differenti la distanza focale si fosse mantenuta costante. Sottraendo l'una dall'altra queste due equazioni, si avrà per la differenza fra le due distanze

$$D'-D''=\frac{D}{H}H'\left(\frac{d'}{d}-1\right)$$

ossia sostituendo a $\frac{D}{H}H'$ il suo valore D'';

$$D'-D''=c=D''\left(\frac{d'-d}{d}\right)$$

formola questa che fa conoscere la correzione c a farsi alla misura di una distanza colla stadia, allorchè si suppone costante la distanza focale d. Questa espressione si può ancora semplificare, se si osserva che l'ottica offre la relazione che passa fra la distanza focale d corrispondente ad una distanza finita D, e la distanza focale principale q. Questa relazione è la seguente:

$$\frac{1}{q}=\frac{1}{D}+\frac{1}{d} \text{ e quindi } d=\frac{Dq}{D-q}(*)$$

Parimenti per un'altra distanza D' designando per d' la distanza focale corrispondente, si avrà:

$$\frac{1}{q}=\frac{1}{D'}+\frac{1}{d'} \text{ epperciò } d'=\frac{D'q}{D'-q}$$

Sostituendo questi valori di d e d' nella suddetta equazione, e semplificando si otterrà:

$$c=q\frac{D-D''}{D}$$

in cui D esprime la distanza regolatrice, D'' la distanza data dalla stadia, e q la distanza focale principale, la quale ne' cannocchiali topografici è d'ordinario uguale a 0m, 35. Se si suppone ora

$$q=0^m, 35;\ D=150^m \text{ e } D''=300^m$$

ne risulterà $c=0^m, 35\times\frac{150-300}{150}=-0^m, 35$

e per una distanza $D''=20^m$

sarà: $c=0^m, 35\times\frac{150-20}{150}=+0^m, 30$ circa.

Ne segue adunque che se la stadia venne graduata a 150m, la correzione a

(*) Vedi SALNEUVE, *Cours de Topographie et Géodésie*, pag. 226.

si volesse di bel nuovo graduare l'asta, si terrebbe conto di tale differenza la quale verrebbe poi sottratta, od aggiunta in proporzione alla misura delle distanze ottenute dalla lettura della stadia, colla stessa diottra che avrebbe prodotto la differenza. Se ad es., ad una distanza di 100^{m}, i fili del micrometro non comprendevano che 98 divisioni della stadia, si aggiungeranno 2 metri alla lettura di 98 divisioni, e 4 metri a quella di 196, ovvero si aggiungerà soltanto 1 metro per 49 divisioni e così di seguito, onde ottenere la vera distanza. Però sarà sempre meglio, quando si possa, graduare di bel nuovo l'asta, per rispetto a quel micrometro, onde ovviare gli errori che facilmente si possono commettere, calcolando le distanze in quel modo.

Allorquando i tre fili orizzontali del micrometro sono perfettamente paralleli ed egualmente distanti fra di loro, basterà osservare la metà del campo, vale a dire l'intervallo fra il filo di mezzo ed uno estremo, e duplicare quindi questa lettura per avere la vera distanza. Con questo mezzo di lettura si ha il vantaggio di poter apprezzare una distanza doppia di quella che darebbe la stadia, quando è tutta compresa nel campo intiero, vale a dire, si potrà collocare la stadia a distanza tale che il mezzo campo de'fili del micrometro comprenda intieramente tutta la lunghezza dell'asta; epperciò se la lunghezza della stadia non permette di apprezzare una distanza maggiore di 200 metri col campo intiero, si potranno, col mezzo campo,

---

farsi per una distanza D'' compresa fra 20 e 300^{m} non sarà maggiore di 0^{m},35.

Si faccia ora $D=20^{m}$ e $D''=300^{m}$

ne risulterà $$c=0^{m},35\times\frac{20-300}{20}=-4,90.$$

Si scorge da ciò che diminuendo la distanza regolatrice D, la correzione c aumenta e può diventare molto sensibile.

Supponendo infine $D>200^{m}$, la correzione per la distanza D'' fra 20 e 300^{m} sarebbe sempre al disotto di 0, 35; ma in tal caso riescirebbe molto difficile di graduare l'asta con precisione.

Si conchiude adunque che a rendere la correzione c tale a potersi trascurare, si dovrà graduare l'asta ad una distanza regolatrice, compresa fra 100 e 200^{m}.

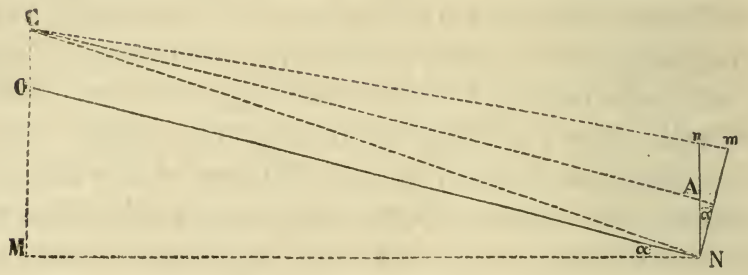
stimare le distanze fino a 400. Conviene però osservare che leggendo la stadia a mezzo campo, l' errore di lettura sarà doppio.

I lievi errori che possono risultare, e dal modo di dividere l'asta, e dalla imperfetta correzione della paralasse dei fili, e dall'eccesso o dal difetto di luce nel tempo in cui si fanno le osservazioni, e dal non potersi infine stimare esattamente se non a brevissime distanze le frazioni dell'unità, non sono sensibili nelle levate regolari dei piani topografici, purchè non si faccia uso della stadia al di là di 300 metri. A tale distanza, operando con cura e con una stadia ben graduata, e con un buon cannocchiale munito del nuovo micrometro a vetro, si potrà sempre raggiungere l'approssimazione di $\frac{1}{200}$. Onde si può asserire con sufficiente fondamento, come la stadia possa venir anche utilmente impiegata nelle rigorose misure catastali, purchè le distanze non eccedano 200 metri.

Le distanze ottenute colla stadia vogliono, al paro delle altre, essere ridotte all'orizzonte se il terreno è inclinato: prima però di operare una tale riduzione è necessario avvertire, che se la stadia venisse collocata verticalmente, la parte di essa compresa fra i fili del micrometro non darebbe esattamente la misura della distanza fra l'osservatore e la stadia, imperocchè la proporzione ab:AB::Oc:OC (fig. 164) richiede l' indispensabile condizione, che la stadia sia perpendicolare all'asse ottico; senza di ciò si noterebbe un errore nella distanza, errore tanto più grande quanto più sarà il terreno inclinato all'orizzonte. Infatti, suppongasi che ON (fig. 166) sia la linea del terreno, la quale faccia un angolo α coll' orizzontale MN, e l'osservatore si trovi in O, ove vien collocata la tavoletta, la cui altezza si suppone OC. La stadia essendo collocata verticalmente in N secondo la direzione Nn, è obbliqua per rapporto all' asse ottico del cannocchiale CA; onde la parte Nn compresa fra i fili è troppo grande e deve essere ridotta a Nm perpendicolare al terreno ON; cioè perpendicolare all' asse del cannocchiale, il

quale è diretto secondo una linea parallela a quella del terreno. Ora si osservi che N*n* e N*m* essendo rispettivamente perpendi-

Fig. 166.



colari a NM ed a NO, l'angolo formato da queste rette è pur eguale ad α ; e che nel triangolo N*nm* si ha la proporzione

$$Nn : Nm :: sen.m : sen.n:$$

l'angolo *n* è uguale a $180^{\circ}-(N+m)$; $sen.n = sen.(N+m)$, d'onde

$$Nm = Nn\frac{sen.(N+m)}{sen.m.} = Nn\frac{sen.N cos.m + sen.m cos.N}{sen.m.}$$

ossia $$Nm = Nn(sen.N\ cotang.m + cos.N).$$

L' angolo in *m* differendo pochissimo da 90°, la sua cotangente riuscirà piccolissima; onde risulta che il prodotto $sen.N \times cotang.m$ potrà venir negletto in confronto del coseno di N; e perciò si avrà $Nm = Nn\ cos.N = Nn\ cos.\ \alpha$; cioè se collocata fosse la stadia verticalmente e la porzione di essa compresa fra i fili del micrometro risultasse uguale a N*n*, la vera distanza ON sarebbe uguale al prodotto della lettura N*n* pel coseno dell'angolo d'inclinazione. E qui ognun vede che ove si trasandasse il coseno α, e si ritenesse per la vera distanza di ON la sola lettura N*n*, questa differirebbe tanto più da N*m*, quanto più grande sarebbe l' angolo d'inclinazione. Designando adunque per β il risultato della lettura N*n* e per *b* la distanza ON, si

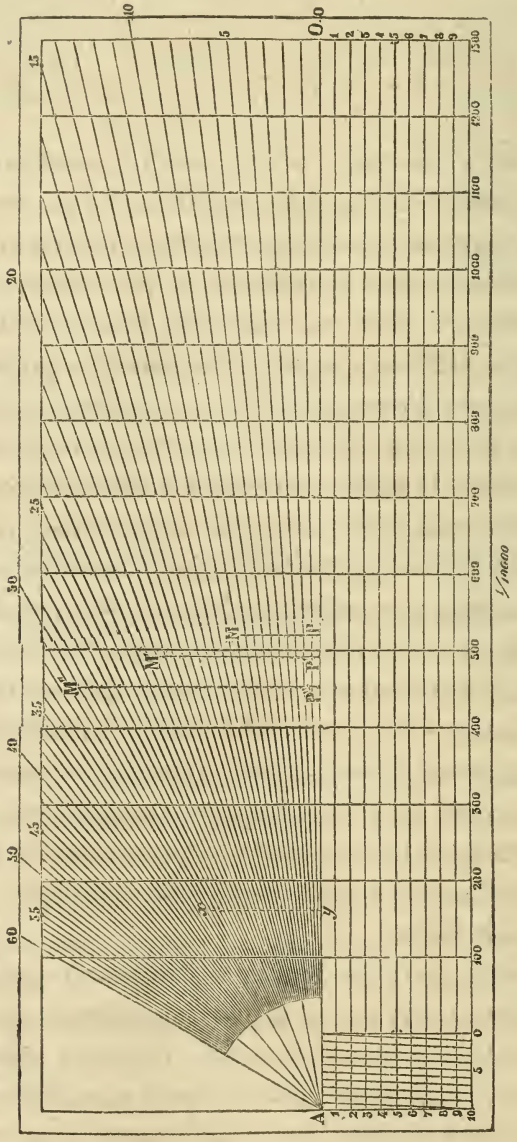
avrà $b = \beta \cos. \alpha$. Ma b dev'essere ridotto all'orizzonte, alla lunghezza cioè $MN = x = b \cos. \alpha$. Sostituendo adunque al valore di b quello ottenuto più sopra, si avrà $x = \beta \overline{\cos.}^{2} \alpha$; locchè significa che la vera distanza ridotta all'orizzonte, supposta la stadia verticale, si otterrà mercè il prodotto della lettura della stadia pel quadrato del coseno dell'angolo d' inclinazione. Osservando ora che $\beta. \cos. \alpha$ denota la riduzione all'orizzonte della linea β; $\beta \overline{\cos.}^{2} \alpha = \beta \cos. \alpha$, $\times \cos. \alpha$ sarà la riduzione all' orizzonte della linea $\beta. \cos. \alpha$: il che significa, che per avere la vera distanza x, voglionsi operare due riduzioni, la prima della quantità β, la seconda della riduzione di β. Per evitare questa doppia riduzione si è praticato alla stadia un traguardo con due fili in croce, all'altezza media dell'uomo: la guida portatore della stadia, nel collocarla al punto che si mira, ha cura d' inclinarla fino a tanto che dal detto traguardo egli scopra il cannocchiale, ed allora la stadia sarà presso a poco perpendicolare al raggio visuale, cioè all'asse ottico del cannocchiale; ed il numero delle divisioni che si leggerà indicherà la vera distanza della linea inclinata, la quale non richiede più che la sola prima riduzione all'orizzonte per essere rapportata sul piano. Per fare questa riduzione poi, l'operatore osserva per mezzo dell' eclimetro l' angolo d'inclinazione e si serve della scala di riduzione, come si vedrà in appresso. Questo metodo abbrevia l' operazione , ma vuolsi porre ogni cura nel sorvegliare la guida porta-stadia, affinchè s'attenga scrupolosamente all'osservanza della detta regola, che vuol essere perciò chiaramente spiegata e raccomandata alla guida stessa.

Ove la stadia non fosse munita del traguardo predetto, in allora si ordinerà alla guida di collocare sempre la stadia nel senso verticale, e si opererà la doppia riduzione. Qualche volta, quando cioè l'inclinazione del terreno è piccolissima, la riduzione può venire negletta, per essere questa pressochè uguale alla distanza inclinata.

§ 89. Della scala di riduzione.

Si sono costrutte delle tavole per trovare direttamente il valore delle misure ridotte, mercè gli elementi dell'angolo d'incli-

Fig. 167.



nazione e del numero di metri dati dalla lettura della stadia. Giusta lo stesso principio, si sono pure costruite per maggior

facilità apposite scale, per mezzo delle quali si ottengono immediatamente e graficamente le piccole distanze ridotte all'orizzonte.

Queste scale prendono il nome di *scale di riduzione*, appunto perchè con esse si ottiene la riduzione o proiezione d'una retta o distanza misurata. Eccone la costruzione e l'uso.

Tracciata una scala grafica secondo una data proporzione, ad esempio $\frac{1}{10000}$, si segni una serie di linee rette le quali facciano con AO tutti gli angoli da 1 a 60 gradi (fig. 167).

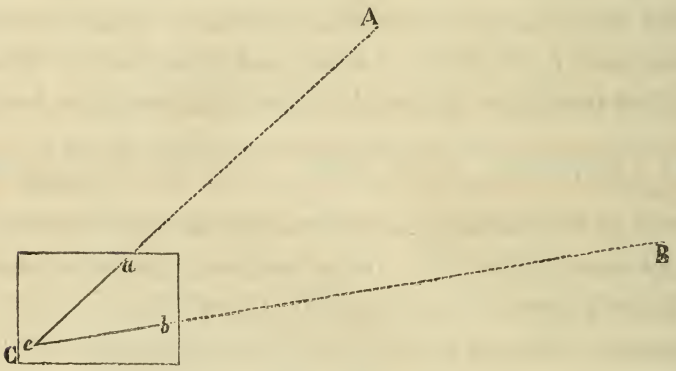
Se sopra ciascuna di esse si prendono, ad es., le parti uguali AM,AM',AM'', e dai punti M,M'M'' si abbassano sopra AO le perpendicolari MP,M'P',M''P'', si otterranno le proiezioni AP, AP', AP'', della lunghezza AM per tutti i gradi d'inclinazione. Ciò premesso, suppongasi che si voglia alla scala di $\frac{1}{10000}$, giusta la quale è costrutta la scala grafica, ridurre una distanza data dalla stadia, uguale a 300 metri, l' angolo d' inclinazione dato dall'eclimetro essendo eguale a 30°; si prenderà in tal caso col compasso, sulla scala grafica, una distanza rappresentante 300 metri, e si porterà tal distanza sulla linea A e 30° ; un' estremità del compasso stando fissa in A, si scenderà l' altra , chiudendo a poco a poco il compasso lungo la perpendicolare che dall'estrema punta x del medesimo sarebbe abbassata sopra AO; la lunghezza Ay, compresa fra A ed il punto y, piede della perpendicolare, sarà la proiezione della distanza, od in altri termini la distanza ridotta all'orizzonte, quella cioè che si dovrà riportare sul piano.

§ 90. Levata dei piani colla tavoletta pretoriana.

Descritte e conosciute le varie parti di cui si compone l' intero istromento che prende nome di *tavoletta pretoriana*, sarà facile comprenderne l'impiego nella levata dei piani topografici.

Lo specchio della tavoletta, mercè del livello, disposto essendo orizzontale, si potrà per mezzo della diottra segnare direttamente e graficamente su di esso la proiezione di una visuale, come se questa fosse la riduzione risultante dal calcolo (*a*). Col mezzo adunque della tavoletta e della diottra, si ottiene con molta facilità l'angolo fatto da due piani verticali, che sono determinati dalle visuali condotte a due oggetti. Così se portata la tavoletta sul punto C del terreno (fig. 168), si colloca orizzontale

Fig. 168.



lo specchio e si segna con uno spillo finissimo (*b*) il punto *c*, che si suppone la proiezione di C sul piano orizzontale, e quindi

---

(*a*) Nel tracciare sul piano le rette contro la linea di fede, bisogna avere l'avvertenza di temperare la matita in modo convenevole, cioè che la sua sommità sia fatta a guisa di sottilissima lama di scalpello, e non di forma conica, come si usa d'ordinario; perchè in quest'ultimo caso la punta della matita non potendo essere esattamente collocata contro la linea di fede, la retta che ne risulterebbe sarebbe solamente parallela a quella che si vorrebbe tracciare.

Riguardo alla qualità delle matite per tracciare queste rette, si osservi che quelle segnate coi numeri 4 e 3 sono le più dure e si adoperano per tirare linee molto sottili; vengono in appresso quelle del N° 2 piuttosto molli che danno tratti assai sentiti. Le ultime infine segnate col N° 1 sono eccessivamente tenere e danno il tratto assai nero.

(*b*) Gli spilli di cui si fa uso nella levata colla tavoletta sono d'ordinario di acciaio ed hanno una piccola testa in cera lacca.

si collimi, cioè si miri successivamente ai due punti A e B del terreno, ponendo l'alidada contro il punto *c*; egli è evidente che la linea di fede dell'alidada verrà a trovarsi prima nel piano verticale che passa per AC, e poscia in quello condotto per BC. Trovandosi ora lo specchio orizzontale, dovrà il medesimo per conseguenza essere in pari tempo perpendicolare ai due piani predetti di collimazione; e perciò l'angolo *bca* dato dalle traccie *ca* e *cb* dei due piani verticali sulla tavoletta, sarà l' angolo fatto dai due piani verticali passanti per i punti C, A e C, B del terreno.

La tavoletta pretoriana somministra adunque il mezzo di poter direttamente tracciare angoli sopra un piano orizzontale, indipendentemente da altre costruzioni e dal calcolo. Su questa proprietà è fondato essenzialmente il suo impiego nella levata dei piani. Aggiungendovi poi il declinatore, che serve a fissare un orientamento approssimativo, e la stadia per la misura delle distanze, le quali vengono ridotte all'orizzonte per mezzo della scala di riduzione, si ha uno stromento, che riunisce in se tutti i mezzi grafici, atti a conseguire nel miglior modo possibile lo scopo della topografia.

Triangolazione grafica.

In ogni levata essendo indispensabile, prima d'ogni altra operazione, di determinare la rete topografica, la determinazione cioè dei principali punti ai quali debbonsi in seguito collegare i singoli particolari della levata, si procederà eziandio, adoperando la tavoletta, alla determinazione della rete stessa, la quale con tale stromento viene formata graficamente: la relativa triangolazione dicesi in tal caso *triangolazione grafica.*

Colle norme stabilite dal Capo IV, articolo 1° sulla rete topografica, si fissano dapprima sul terreno i varii segnali che debbono servire di vertici ai triangoli, e si misura una base, quando non si possa desumerne una dalla triangolazione geodetica; quindi si rapporta la misura della base sullo specchio della

tavoletta, giusta la scala, alla quale vuolsi levare il piano: e poscia si procede alla costruzione della reta grafica nel seguente modo.

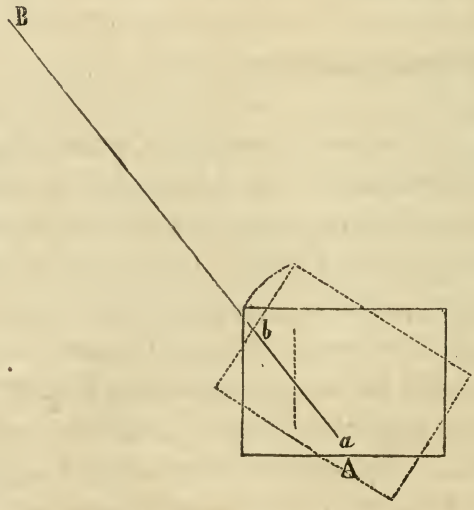
Si comincia dal far stazione ad una delle estremità della base. Collocata la tavoletta sul punto di stazione, si fanno tosto le due seguenti operazioni preliminari che debbono sempre precedere tutte le altre relative alla levata: cioè: 1° *livellamento;* 2° *orientamento* della tavoletta.

1° Si rende lo specchio orizzontale col mezzo delle viti $a, a'a''$ (fig. 150), finchè la bolla d'aria in due posizioni del livello, l'una all'altra perpendicolare, si conservi costantemente nel mezzo del tubo.

2° Si orienta la tavoletta sul terreno seguendo di preferenza il metodo degli allineamenti, non servendo il declinatore che a trovare un orientamento approssimativo.

Sia AB la base (fig. 169); *ab* la sua proiezione sulla tavoletta; A il punto di partenza. Disposta la linea di fede sulla proiezione *ab*, ponendo verticalmente uno spillo finissimo su ciascuno dei

Fig. 169.



punti *a* e *b*, contro i quali si applica l'alidada, si farà girare la tavoletta, sino a tanto che il punto B si trovi all'intersecazione

dei fili del micrometro; fermata in tal punto, la tavoletta sarà orientata secondo la base AB, cioè la linea *ab* si troverà essere sulla vera traccia del piano verticale che passa pel punto di stazione A e l'oggetto B mirato.

Non è assolutamente necessario che la proiezione *a* coincida esattamente colla verticale di A : ancorchè se ne scostasse di alcuni centimetri, bisognerebbe operare ad una grandissima scala, perchè un tale errore fosse sensibile sul piano: alla stessa guisa l'errore proveniente dallo spessore dell'ago, il quale non è un punto matematico, non influisce sensibilmente in una levata colla tavoletta, essendo un tale errore inferiore a quelli, che sono inseparabili dal graficismo delle operazioni.

Orientato il piano secondo la base al primo punto di stazione, s'intraprenderà la determinazione dei punti della rete nel modo seguente:

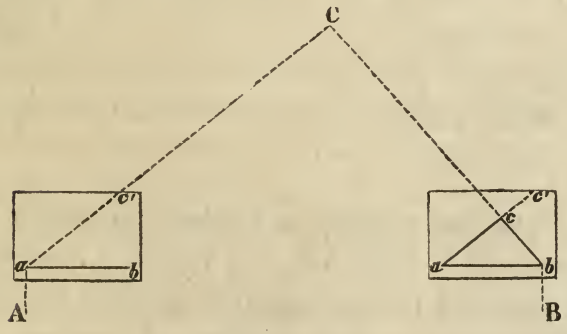
Sia C uno dei punti da determinarsi (fig. 170). A due si possono ridurre i casi che si presentano nel determinare un simil punto: cioè

1° *Metodo d'intersezione fuori della stazione;*

2° *Metodo d'intersezione nella stazione.*

1° Nel primo caso si suppone potersi far stazione ai punti A e B visibili fra loro e dai quali si scorge C.

Fig. 170.

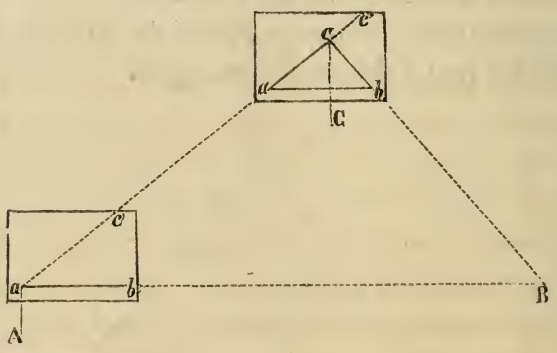


Livellata ed orientata la tavoletta in A secondo la linea AB, si faccia girare la linea di fede attorno al punto *a*, sino

a che l'incrocicchio dei fili copra il punto C; si segni colla matita lungo la riga la linea *ac'* indefinita; si avrà in tal modo determinato graficamente l'angolo formato dalle due direzioni AB, AC, cioè l'angolo formato dai piani verticali che passano per il punto di stazione ed i due oggetti mirati. Poscia si trasporti la tavoletta al punto B, e livellata ed orientata rispetto ad AB, si determinerà nel modo dianzi accennato l' angolo formato dalle due direzioni BA, BC. L'intersezione *c* delle due rette *ac'*, *bc*, sarà la proiezione del punto cercato C, imperocchè le linee *ac'* e *bc* altro non sono che le traccie dei piani verticali che passano pel punto C, e per quelli delle rispettive stazioni A e B: il punto C trovandosi su entrambi i piani, il punto d'incontro delle traccie *ac'* e *bc* ne determinerà evidentemente la posizione, e le proiezioni *ac* e *bc* del piano saranno alle loro omologhe del terreno, nello stesso rapporto di *ab'* ad AB, ossia secondo la scala del piano.

2° Nel secondo caso vien supposto potersi fare stazione ai punti A, e C, (fig. 171) e non in B, i punti essendo visibili

Fig. 171.



fra loro. In tal caso collocata la tavoletta orizzontale in A, si orienta secondo la linea AB, e si traccia la proiezione indefinita *ac'* come nel 1° caso: trasportato quindi lo stromento in C, si orienta la tavoletta giusta la linea *ac'* indefinita ; piantato infine uno spillo in *b*, proiezione di B, vi si appoggia la diottra, la quale si fa girare attorno al medesimo, sino a che il punto

B si trovi alla crociera dei fili del micrometro, e si traccia colla matita la proiezione di quest'ultima visuale: il punto d'intersecazione *c* sarà la proiezione di C, per la stessa ragione espressa nel 1° caso.

Nello stesso modo che si determinò C, si determineranno pure tutti i punti della rete, appoggiandosi direttamente sulla base AB, o sopra gli altri lati AC, BC ecc. che si andranno successivamente determinando, e cercando, (nell'usare il 2° metodo) per quanto sia possibile, di basarsi su tre punti già determinati, che sieno ben disposti fra loro; vale a dire che le direzioni loro vengano ad intersecarsi quasi ad angolo retto due a due, onde avere una controprova o verificazione dell'esattezza dell'operazione (*a*).

Vuolsi pure di tempo in tempo riconoscere se la tavoletta non ha subìto alterazioni di sorta; ciò si verifica osservando dapprima col livello se lo specchio si mantiene orizzontale, e quindi se la proiezione del lato di partenza coincide col suo omologo sul terreno.

Giova qui osservare essere essenziale che le linee in generale siano tracciate sullo specchio in tutta la lunghezza della linea di fede, od almeno ne sieno segnate le estremità sul margine dello specchio, giacchè l'operazione dell'orientamento non sarebbe fatta che con una approssimazione assai mediocre, ove venisse basata sulla coincidenza dell'alidada con una linea troppo corta.

Contemporaneamente alla proiezione dei singoli punti della rete, si determinano altresì le altitudini loro, partendo da un'altitudine nota, ovvero rapportando le quote ad un piano di paragone dato, il quale d'ordinario è il punto più basso del terreno da levare. Si misurano per tal fine gli angoli di elevazione

---

(*a*) Si è supposto il caso più complicato, quello cioè in cui debbansi determinare i punti della rete. Ma talvolta da preventive operazioni si hanno alcuni di questi punti, ed in allora la determinazione degli altri rimane semplificata, potendo i primi somministrare varie basi già conosciute; così si risparmia l'operazione della misura della base, e la determinazione di molti punti.

o di depressione, che ad ogni stazione fanno coll'orizzonte le diverse visuali condotte ai varii oggetti; quindi si calcola la differenza di livello fra le varie stazioni ed i punti mirati per mezzo del calcolo trigonometrico, risolvendo cioè un triangolo rettangolo, in cui è cognito un cateto (proiezione della visuale), e l'angolo acuto adiacente (angolo di elevazione o di depressione). Così, se si chiama *a* quest'angolo, e K la distanza orizzontale fra i due punti, si avrà per la differenza di livello

$$x = K \; tang.a$$

La differenza sarà in più od in meno, secondo che l'angolo sarà di elevazione o di depressione. Nel primo caso si indica col segno +; nel secondo col segno —.

Pel relativo calcolo di tali altezze si fa uso delle semplici tavole di Lalande.

E qui giova avvertire che nella determinazione di tali altitudini non si tien conto della differenza fra il livello *vero* ed il livello *apparente (vedasi il capo della livellazione)*, perchè una tale differenza è sempre, nelle levate ordinarie colla tavoletta, al disotto dell'approssimazione che si può ottenere cogli eclimetri delle diottre ordinarie.

Le quote di elevazione vengono scritte ordinariamente in rosso; le altitudini in nero; sì le une che le altre espresse in metri.

Infine conviene osservare, che nella misura degli angoli di elevazione o di depressione, si misura sempre al piede dei segnali, cioè al suolo d'onde si computa l'altezza.

È necessario, per l'operazione della triangolazione grafica, di avere un registro, sul quale s'inscrivono il nome ed il numero d'ordine dei punti della rete, la lunghezza dei lati, gli angoli d'elevazione o di depressione, e finalmente le altitudini o quote dei punti stessi. Il seguente è il registro di campagna in uso presso gli Uffiziali di Stato Maggiore Piemontese per le loro speciali levate colla tavoletta.

TAVOLETTA DI.....

Addì Elevazione del punto di Stazione

N.ro Stazione a sul livello del mare metri

N.° d'ordine DEGLI OGGETTI osservati		DENOMINAZIONE degli OGGETTI OSSERVATI	LATI ed ANGOLI	LOGARITMI DEI LATI e delle TANGENTI e loro somme	NUMERI CORRISPONDENTI ossia differenza di livello	Altezze assolute in metri sul livello del mare
Oggetti il cui nome deve esser scritto sul Piano	Oggetti il cui nome deve esser omesso sul Piano					
			Lat.			
			Ang.			
			Lat.			
			Ang.			
			Lat.			
			Ang.			
			Lat.			
			Ang.			
			Lat.			
			Ang.			

Determinata la rete topografica del piano da levarsi, si procederà alla levata dei particolari. A tal uopo si fa stazione colla tavoletta nei punti convenienti del terreno, scegliendoli tali che da essi si scorga gran quantità di oggetti, e seguendo le norme che verranno date in appresso intorno alla levata.

Nella determinazione dei punti della rete, ad ogni stazione si devono levare tutti i particolari che si possono da questa, onde non essere costretti a ritornare un'altra volta sulla stazione stessa.

Determinazione del punto di stazione.

I punti di stazione per la levata dei particolari possono essere punti già determinati nella rete, ovvero altri, di cui conviene pure determinare la posizione sul piano. Quest'ultima operazione è ciò che si chiama *determinare il punto di stazione.* Anche in questo caso è d'uopo appoggiarsi sopra tre punti almeno della rete; locchè dà luogo al seguente problema:

Sopra di un piano, dati tre punti corrispondenti a tre punti segnalati sul terreno, determinare la proiezione di un quarto punto di stazione.

Tre sono i metodi che si possono impiegare nella soluzione di questo problema:

1° *Col mezzo della carta trasparente.*

2° *Col mezzo del piccolo triangolo riducentesi ad un punto solo.*

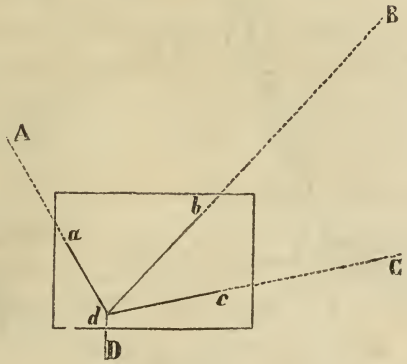
3° *Col metodo de'segmenti capaci, impiegando due circonferenze.*

1° *Col mezzo della carta trasparente.*

Pongasi di avere sulla tavoletta fissati i tre punti *a*, *b*, *c*, (fig. 172) corrispondenti ai tre punti A, B, C del terreno, e che vogliasi determinare la proiezione del punto D, ove si fa stazione. Preso un foglio di carta trasparente, si distende sulla tavoletta in modo che non faccia grinze; quindi da un punto qual-

siasi della medesima si conducono colla diottra successivamente le visuali indefinite ai tre punti o segnali cogniti, le quali vengono tracciate sulla carta trasparente colla matita: poscia si dispone il detto foglio sulla tavoletta, in modo che le tre visuali passino rispettivamente pei tre punti *a*, *b*, *c*, determinati

Fig. 172.



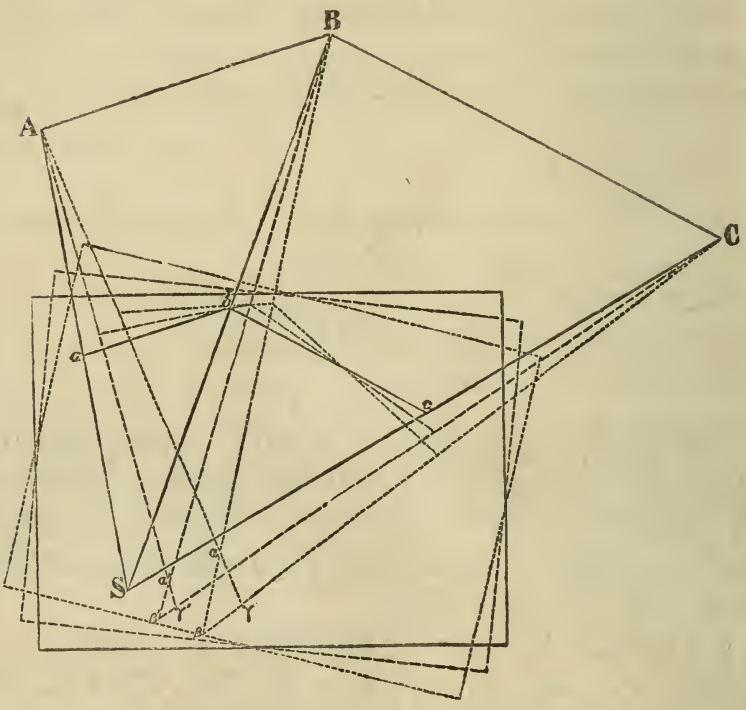
sul piano; ciò avendo luogo, il punto *d*, incontro delle tre visuali, sarà la proiezione del punto D di stazione, il quale verrà segnato con uno spillo sul piano stesso. Ottenuto in tal guisa il punto *d*, si orienterà il piano, secondo una delle linee, *da*, *db*, *dc*, come venne detto più innanzi.

2° *Col mezzo del triangolo riducentesi ad un sol punto.*

Siano ad es. sopra la tavoletta *a*, *b*, *c*, (fig. 173) i punti di proiezione corrispondenti ai tre punti similmente disposti sul terreno A,B,C; si otterrà il punto S, proiezione di quello di stazione, nel modo seguente. Orientata approssimativamente la tavoletta col declinatore od a vista, facciansi passare tre visuali che partendo dai punti A,B,C, del terreno, passino eziandio per i corrispondenti *a*, *b*, *c* della tavoletta; tali visuali s'interseche-ranno formando un piccolo triangolo α,β,γ, il quale non esiste-rebbe e si confonderebbe in un punto solo, se la tavoletta fosse ben orientata; si corregge questo errore facendo girare la tavoletta a poco a poco da quella parte, dalla quale le proiezioni delle visuali vengono a formare nel loro incontro un triangolo più piccolo del primo, come $\alpha'\beta'\gamma'$; e si continua così successivamente

sino a che siasi trovata quella tale posizione della tavoletta ove i tre raggi si riuniscano in un punto solo S: ciò ottenuto, il punto S sarà la proiezione del punto di stazione, e la tavoletta sarà orientata.

Fig. 173.



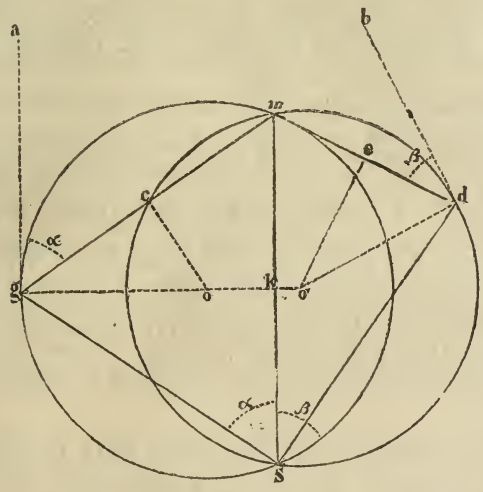
Nella relativa figura 173 sono indicate, con diversi tracciamenti, tre posizioni successive della tavoletta, colle rispettive visuali dirette ai punti del terreno.

3° *Col metodo dei segmenti capaci, impiegando due circonferenze.*

Si supponga di avere sulla tavoletta fissati tre punti *d,g,m* corrispondenti a tre altri punti del terreno (fig. 174) e che vogliasi determinare la posizione del punto S, ove si fa stazione. Si traccieranno dapprima in S gli angoli *g*S*m* ed *m*S*d* dati dalla traccia dei piani verticali passanti pel punto S e per gli oggetti del terreno corrispondenti a quelli del piano cioè *d,g,m* e quindi

si costruiranno, rispettivamente uguali a questi, altri due angoli in *g* ed in *d* cioè *agm*,*bdm*. Dalla metà *c* ed *e* delle rette *gm* e *md* s'innalzino le perpendicolari *co* ed *eo'*, e dai punti *g* e *d* pur anche delle perpendicolari alle rette *ga* e *db*; i punti d'incontro *o* ed *o'* saranno i centri delle due circonferenze che s'intersecheranno al punto S, poichè se si conducono le rette

Fig. 174.



S*g*, S*m*, S*d*, gli angoli *g*S*m*, *m*S*d*, saranno uguali ad *agm*, *mdb*, avendo ciascuno per misura la metà degli archi *gm*, *md*, epperciò l'intersecazione S delle due circonferenze sarà la proiezione del punto di stazione.

Vuolsi avvertire che v'ha un caso speciale in cui tre punti non bastano per determinare il punto di stazione, quello cioè che i quattro punti si trovassero sopra una circonferenza; giacchè in tal caso qualunque punto della circonferenza soddisfarebbe alla condizione di formare angoli dati colle tre visuali. Sarà allora necessario riferirsi ad un quarto punto; e così pure ad un quarto punto si riferirà sempre in ogni stazione, chi voglia operare colla massima scrupolosa esattezza.

Potrebbe accadere ancora che le circonferenze si intersecassero sotto un angolo molto acuto; in questo caso vi sarebbe

incertezza nella scelta del punto preciso d' intersecazione; ma se si osserva che in un circolo, un raggio abbassato sulla metà di una corda è perpendicolare alla medesima, ne segue che la linea che passa fra i due centri *o* ed *o'* sarà perpendicolare alla corda S*m*; onde S*k* sarà uguale a *km*. Perciò, se dopo avere uniti i centri *o* ed *o'*, si conduce da *m* la linea *m*S, perpendicolare ad *oo'*, e se si prende *k*S=*km*, il punto S sarà evidentemente la proiezione cercata. Si può anche calcolare la lunghezza dei raggi invece d' impiegare la costruzione grafica, poichè l'angolo *goc* è uguale ad α; dunque nel triangolo rettangolo *goc*, si avrà $go = \frac{gc}{sen.goc} = \frac{gm}{2\ sen.\ \alpha}$.

Questo terzo metodo di determinare il punto di stazione è pochissimo in uso, perchè troppo complicato. Il primo non offre abbastanza precisione, perchè in pratica riesce difficile di tenere bene distesa la carta trasparente. Il secondo metodo invece è il più in uso, siccome quello che oltre alla sua semplicità offre altresì, mediante un po' d'abitudine, molta precisione e speditezza.

Ove non si avessero che due punti sulla tavoletta, visibili dal punto di stazione che si vuol determinare, si potrebbe far uso del declinatore, orientando la tavoletta per mezzo dell'ago magnetico, come venne spiegato al § 87, e conducendo pei due punti visibili le visuali loro corrispondenti sul terreno: il punto d'incontro delle dette visuali condotte sul piano determinerà il punto di stazione. Di tal metodo non si dovrà far uso che quando non si possa far altrimenti.

Si avverta di segnare il contorno del declinatore colla matita sin dalla prima stazione, tostochè il piano si troverà orientato.

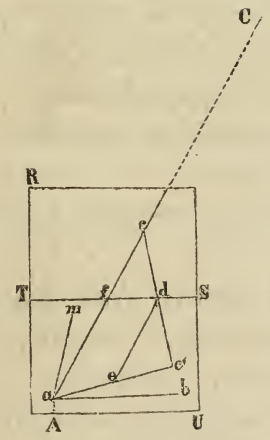
Modo di trar partito di un punto, la cui proiezione cadrebbe fuori della tavoletta.

Accade di frequente che un punto della triangolazione, la cui proiezione cadrebbe fuori del margine della tavoletta, è chiaramente visibile dal tratto di terreno su cui si opera. Qualora

si volesse trar partito di un tal punto per verificare la posizione di quello di stazione, determinato da due altri punti della tavoletta, si procederebbe nel seguente modo: prima di trasportarsi sul terreno si prendono i due fogli attigui RS, TU (fig. 175), il primo dei quali contenga la proiezione *c* del punto C del terreno, ed il secondo sia il foglio di tavoletta su cui si deve operare. Dopo di averli disposti in modo che il lato inferiore di RS coincida perfettamente col corrispondente superiore di TU, si conduca dal punto *c* una retta ad arbitrio *cd* che tagli il lato comune TS, e si prolunghi di una quantità $c'd=cd$.

Se in seguito, mentre si opera sul terreno, dopo di avere orientata la tavoletta in un punto A per rispetto al lato *ab*

Fig. 175.



ad esempio, si vuol verificare la posizione di *a* mediante il punto C, si unisce *c'* con *a*, e si divide *ac'* in due parti eguali in *e* e si conduce *af* parallela a *ed:* egli è evidente che se la tavoletta è ben orientata, la parallela *af* dovrà passare per *c*, proiezione del punto C del terreno; collocando perciò l'alidada contro *af*, l'asse ottico dovrà cadere sul punto C. Qualora il punto C si trovi ad una considerevole distanza, non sarà necessario di segnare *af* parallela a *de;* basterà in tal caso collocare la diottra su *de* per iscorgere il punto C, giacchè la distanza fra le due

parallele può essere considerata nulla per rapporto alla distanza dalla stazione al punto C.

Levata dei particolari o determinazione dei singoli oggetti.

Si procede alla levata dei particolari dirigendo ad ogni oggetto del terreno la visuale dal punto di stazione, la quale verrà segnata sulla tavoletta. In tal modo si ha la direzione della proiezione d'ogni visuale. Per determinare quindi la proiezione degli oggetti si potrebbe usare il metodo delle intersezioni, come si fece pei punti della rete; ma sarebbe lavoro troppo lungo e fastidioso: si otterrà lo stesso scopo misurando colla catena metrica, o meglio ancora colla stadia, la distanza dai singoli oggetti al punto di stazione, distanza questa che si potrà tosto riportare sulla direzione segnata, riducendola alla scala del piano.

Circa ai particolari, le cose che si debbono determinare colla massima cura ne'piani topografici sono:

1° *Le strade carreggiabili, mulattiere grandi e piccole ed i sentieri.*

2° *I fiumi, le riviere, i ruscelli, i laghi, gli stagni, le sorgenti, i canali, ecc.*

3° *Le vie ed il contorno delle città e dei villaggi.*

4° *Le abitazioni isolate, le cappelle, i castelli, i molini, i ponti, le chiatte, i guadi, le fucine, ecc.*

5° *I limiti varii degli Stati, delle province, dei circondari, dei comuni, non che quelli delle colture in massa, de'gerbidi, e de'boschi.*

6° *Le accidentalità importanti del terreno, come scoscendimenti, burroni, masse di roccie, frane ecc.*

Le strade ed i corsi d'acqua si otterranno determinando i punti più appariscenti che si trovano sui medesimi, come alberi, croci, pali, ecc., oppure segnali che si avrà cura di far collocare principalmente in quei punti che presentano sinuosità. I piccoli cambiamenti di direzione si disegneranno a vista, quando la scala del piano lo consenta.

Quanto alle città ed ai villaggi si comincierà dal levarne accuratamente la periferia; nello stesso tempo se ne indicheranno gli sbocchi principali. Quindi si disegnerà sopra di un foglio di carta separato, ad una scala qualsiasi, maggiore però di quella del piano, la città o villaggio, determinando la direzione delle vie coll'aiuto d'uno squadro o d'un qualche goniometro, e misurando le distanze colla canna metrica. Determinati con questo mezzo le case, i cortili, i giardini ecc., verrà ridotto e riportato questo disegno sulla tavoletta, coordinandolo ai punti della periferia già fissati, e giusta la scala del piano. Talvolta e specialmente nei piani militari, basterà determinare l'interno del villaggio a passi, e quindi ridurlo sul piano.

Circa alle abitazioni isolate, ed agli altri oggetti descritti al n.° 4, si determineranno o per intersezioni, o misurando direttamente le distanze loro da un punto di stazione.

Si otterranno i contorni dei boschi e delle colture, determinandone i salienti e i principali punti del perimetro, nonchè le divisioni delle proprietà per intersezione o mediante la misura diretta, dalle diverse stazioni. Per segnare l'andamento delle strade, dei sentieri, dei corsi d'acqua ecc. nell'interno d'un folto bosco, s'impiegherà con vantaggio la bussola mediante stazioni successive, rapportandone quindi i risultati in scala sul piano.

Riguardo infine alle più importanti accidentalità del terreno, se ne determineranno le principali parti, ed il rimanente verrà disegnato a vista, secondo i modelli del disegno topografico.

Il metodo così detto di camminamento *(cheminement)*, che alcuni vorrebbero introdurre nella levata colla tavoletta, cioè di trasportarsi successivamente di stazione in stazione, misurando la distanza che separa due stazioni fra di loro, non sarà mai per venir consigliato dai provetti dell'arte, non potendosi con una breve distanza ottenere un esatto orientamento. E l'esperienza ha più volte dimostrato che una levata, di una mediocre estensione di terreno, eseguita in tal modo, va sempre soggetta a gravi errori. Si proscrive adunque un tal metodo nelle levate regolari.

Vuolsi per ultimo avvertire che quando si opera colla tavoletta sopra di un terreno piano e coperto, dal quale difficilmente si scorgono i punti della rete, la levata colla tavoletta riesce in tal caso oltremodo penosa ed alcune volte ineseguibile. In allora converrà servirsi di uno squadro agrimensorio o di qualche goniometro per levare il tratto di terreno in discorso, avendo cura di appoggiare le direttrici della levata a linee rigorosamente fissate sulla tavoletta, le quali serviranno di base per rapportare sul piano la levata eseguita collo squadro.

Determinazione delle quote di livello e tracciamento delle curve orizzontali.

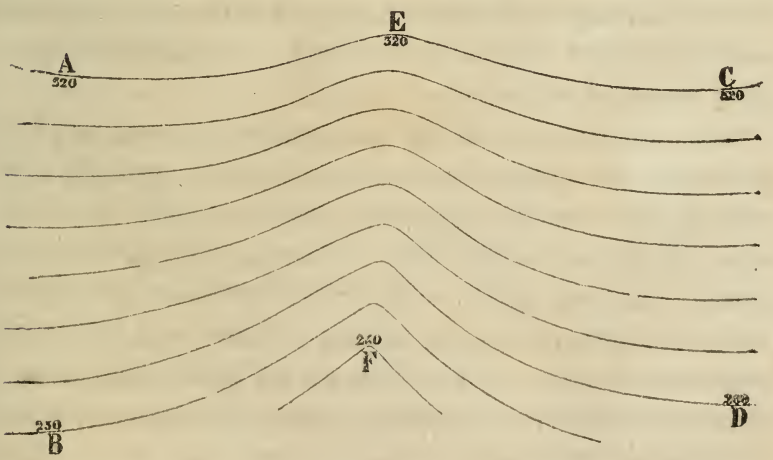
Per rappresentare il terreno non basta aver determinata la proiezione de'varii oggetti, è d'uopo conoscerne altresì le quote, vale a dire le altezze rispettive. A tal uopo serve pure la scala di riduzione. Nell'esempio precitato al § 89 intorno a questa scala, essendo la distanza di 300^m e l'angolo d'inclinazione dato dall'eclimetro $+30°$ (fig. 167), la perpendicolare xy rappresenterà la differenza di livello fra i due punti osservati. Questa distanza verticale rapportata sulla medesima scala si trova, nel presente caso, eguale a 148 metri; il che vuol dire, che il punto osservato è 148 metri più alto del punto di stazione; aggiungendo 148 metri alla quota del punto di stazione, si otterrà la nuova quota da scriversi accanto al punto osservato. In generale la quota d'ogni punto mirato sarà uguale alla quota del punto di stazione, più o meno la differenza di livello, secondo che l'angolo osservato coll' eclimetro si troverà superiormente od inferiormente allo zero del circolo graduato, od in altri termini, secondo che l' angolo sarà di elevazione o di depressione.

Il piano quotato zero può essere un piano orizzontale qualunque di convenzione; ma d'ordinario è quello della superficie delle acque del mare. Nelle levate topografiche si presce-

glie quello del punto più basso del piano da levare, quando non si conosca l'esatta altitudine di un punto del piano stesso. Ottenute coll' eclimetro le quote di livello dei punti più importanti del terreno, come l'origine, la fine, ed i cambiamenti rimarchevoli delle pendenze, i punti culminanti, le linee di displuvio, gli altipiani considerevoli, le protuberanze cospicue, ossiano i poggi distinti, le città, le borgate, i villaggi, le chiese, le cappelle, i crocicchi di strade, i varchi, colli, passaggi, l'origine dei fiumi, torrenti ed i loro confluenti, e le sorgenti, ecc., si segneranno dalla stazione stessa, onde meglio ritrarre la configurazione circostanziata del terreno, le curve orizzontali, giusta l'equidistanza determinata (all'articolo 2°, § 22) per ogni singola scala, e si seguiranno in simile operazione le seguenti norme, che per maggior chiarezza si andranno esponendo per via d'esempi.

Pongasi che si abbiano già determinate le quote de' punti A,B,C,D,E,F, (fig. 176) del fianco di un monte, e che fra

Fig. 176.



questi punti, presi due a due, corra la linea di maggior declivio di una pendenza uniforme. Siano queste quote per A,E, e C di 320^{m}, per B di 250^{m}, per F di 240^{m}, per D di 260^{m}. Si comincerà dal riunire i punti A,E, e C, che hanno la stessa

quota, con una curva che segni l'andamento del terreno, indi si procederà come segue.

Si supponga di 10 metri l'equidistanza fra i piani delle curve orizzontali. La differenza di livello fra A e B essendo di 70^{m}, fra E e F di 80^{m} e fra C e D di 60^{m}, egli è chiaro che, conducendo per ogni 10^{m} d'altezza una curva orizzontale, correranno fra A e B 6 curve; 7 fra E F, 5 fra C e D; e dappoichè, giusta l'ipotesi stabilita, il declivio fra quei punti è uniforme, basterà perciò dividere lo spazio compreso fra A e B in 7 parti uguali, quello fra E e F in 8, e quello fra C e D in 6, ed unire a vista con una curva conforme a quella del terreno i punti che hanno la stessa quota, per ottenere le curve orizzontali di quella intera pendenza, e con ciò l'esatta rappresentazione della forma del terreno. Se le quote dei varii punti A,B,C,D,E,F fossero espresse con altri numeri non esattamente divisibili per quello dell'equidistanza, per es. la quota di A risultasse 322, quella di B di 255 ecc., si giudicherebbe in tal caso a vista di quanto la curva, la quale ha per quota 322, passa al disotto del punto A; di quanto sopra B quella di 260; si dividerebbe quindi lo spazio compreso fra queste curve in parti uguali secondo il numero delle curve da intercalarsi, e si opererebbe in seguito come nel primo caso.

Giova avvertire che nel segnare le curve orizzontali sarà bene prevalersi, per quanto fia possibile, di oggetti pressochè orizzontali, come canali o rigagnoli, strade o sentieri che si trovano talvolta nei fianchi delle pendenze, limiti superiori od inferiori delle proprietà, e cose simili. Siffatte curve condotte nel senso orizzontale di quegli oggetti, serviranno di norma pel tracciamento delle altre che debbono fra quelle intercalarsi, e possono per ciò le prime chiamarsi *curve regolatrici* o *direttrici*, e le seconde *interpolate*.

Se il terreno interposto fra due direttrici offre una variazione di pendenza uniformemente analoga a quanto indica la posizione relativa alle due direttrici sul piano, cioè se da dolce che era il pendio fra le curve si fa ripido gradatamente, an-

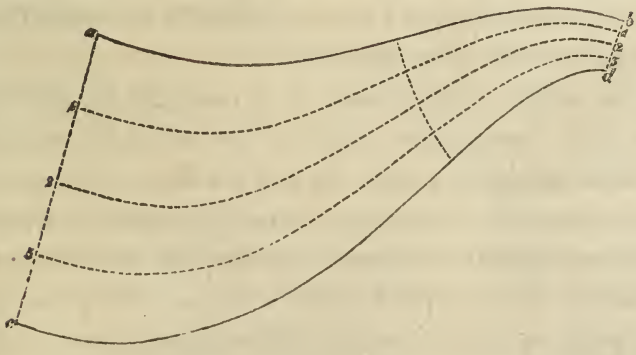
dando verso il sito ove siffatte curve sono più ristrette fra loro, senza salti nè ondulazioni che scompongano quella pendenza uniformemente variata, si traccieranno le curve intermediarie, dividendo, come si è detto, in varii siti le normali alle curve, ossia le linee di maggior declivio, ognuna in tante parti uguali, quante debbono essere le curve interposte più una. Si segneranno infine queste ultime, cercando d' imitare la forma del terreno.

Se il terreno poi esistente fra due curve direttrici si trovasse variato nella sua pendenza, non solo andando nel senso longitudinale delle curve, ma puranche discendendo da una curva all'altra, converrà in allora determinare una terza direttrice, ed altre ancora, se la forma del terreno lo esige, lungo l' incontro dei cambiamenti delle singole uniformi pendenze, ed intercalare fra quelle il numero di curve richiesto, seguendo il modo dianzi spiegato.

Due esempi renderanno il concetto più evidente.

La figura 177 rappresenta una porzione di terreno, la cui pendenza cresce uniformemente nel senso orizzontale; *ab* e *cd* sarebbero le due direttrici; 1,2,3 le curve interposte.

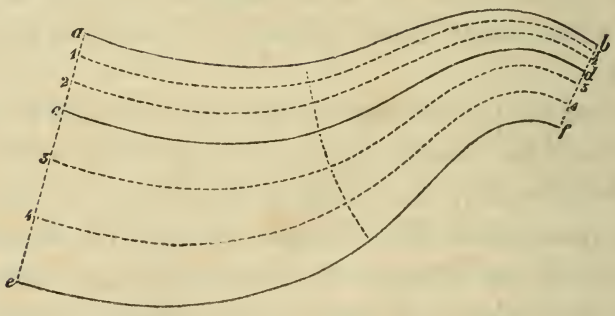
Fig. 177.



La fig. 178 rappresenta un tratto di terreno il quale varia uniformemente di pendenza col variare delle distanze, sia nel

senso orizzontale, sia nel senso delle linee di maggior declivio; *ab*,*cd*,*ef* sarebbero in tal caso le curve direttrici; 1,2,3,4 le curve interposte.

Fig. 178.



§ 91. Inconvenienti e vantaggi della tavoletta pretoriana.

Gl'inconvenienti che taluni hanno voluto rinvenire nell'uso della tavoletta pretoriana si riducono ai seguenti:

1° Il peso dell'intero stromento, e per conseguenza la difficoltà del trasporto.

2° Il sollevamento della carta per cagione dell'umidità.

3° Il restringimento a cui va soggetta la medesima dopo essere stata staccata dallo specchio.

Ai due ultimi inconvenienti si è rimediato in grandissima parte, come venne detto trattando del modo di incollare la carta sullo specchio, a segno da non più farne caso oggigiorno. Circa al peso, si fa osservare, che due uomini trasportano, senza troppo aggravio, l'intero corredo della tavoletta, per ogni dove, anche sui monti più scoscesi; e che per altra parte, impiegando qualsiasi altro stromento, difficilmente potrebbesi fare a meno di due persone o guide.

Malgrado questi, che dir si vogliano lievi inconvenienti, la tavoletta pretoriana presenta tuttavia, massime dopo i perfezio-

namenti introdottivi in questi ultimi anni, tali vantaggi per levare con esattezza e speditezza i particolari d'un terreno di una certa estensione, che questo stromento può a giusto titolo in oggi venir chiamato *stromento di precisione*, e tale da meritarsi la preferenza sovra ogni altro di topografia, e da venir pur anche prescelto nelle operazioni catastrali.

Esso ha poi il particolare ed immenso vantaggio su tutti gli altri stromenti, di dare a dirittura il piano tracciato di mano in mano che si opera, locchè permette di riconoscere sul luogo stesso ove si opera, la coincidenza degli oggetti che mano a mano si vanno tracciando sul piano coi corrispondenti del terreno; mentre coi goniometri si è costretti di misurare gli angoli e di rapportarli poi sul piano per mezzo del semicircolo; la quale operazione raramente si fa sulla faccia de' luoghi, ciò che può indurre sovente in errore; senza poi parlare della configurazione del terreno, che non si può esprimere esattamente se non sul terreno stesso (*a*).

Siccome la tavoletta colla carta sullo specchio non riesci-

(a) Il tempo necessario per ultimare la levata di una superficie di 3500 ettari in terreno montuoso, alla scala di $\frac{1}{10000}$, cioè un foglio di tavoletta di 70 centimetri di lunghezza per 50 di larghezza, col tracciamento delle curve orizzontali geometriche, è il seguente:

Ricognizione del terreno e costruzione dei segnali	10 giornate	*Una giornata si ragguaglia in media a 12 ore di lavoro effettivo.*
Triangolazione grafica	20 »	
Levata dei particolari	70 »	
Disegno e scritture	20 »	
Totale	120 giornate	

Tenuto conto tuttavia dei giorni piovosi, ed altri in cui i lavori di campagna soffrono un'interruzione, si deve ritenere, siccome lo ha dimostrato per parecchi anni l'esperienza, che occorrono 150 giorni in totale per compiere l'intero lavoro.

Senza il tracciamento delle curve orizzontali, un operatore potrebbe levare nello stesso tempo 4200 ettari in terreno montuoso.

Una levata d'una certa estensione in terreno piano e coperto richiede maggior tempo, e talvolta la metà di più di quello prestabilito per le levate di montagna.

rebbe guari atta alla levata de'piani nei paesi molto umidi, per cagione dell'alterazione cui andrebbe soggetta la carta stessa, così si è immaginato di rimediare a quest'inconveniente col verniciare il piano della tavoletta, e di lavorare quindi sul medesimo senza carta: ultimato il lavoro, se ne fa un calco, e poscia si cancellano i tratti, fregando lo specchio con acqua di bianco di Spagna, onde poter intraprendere su quello un altro lavoro. Quando la vernice comincia a svanire, locchè succede dopo cinque o sei successive levate, si fa rinverniciare lo specchio, e così trovasi di bel nuovo preparato per altre levate. Giova osservare che facendo uso di una tavoletta in tal modo preparata, fa mestieri usare molta cura nella copia del piano.

ARTICOLO OTTAVO.

Del Teodolite.

Descrizione del Teodolite. — Ripetizione degli angoli. — Verificazioni e correzioni del Teodolite. — Misura degli angoli orizzontali. — Uso dei quattro nonii.

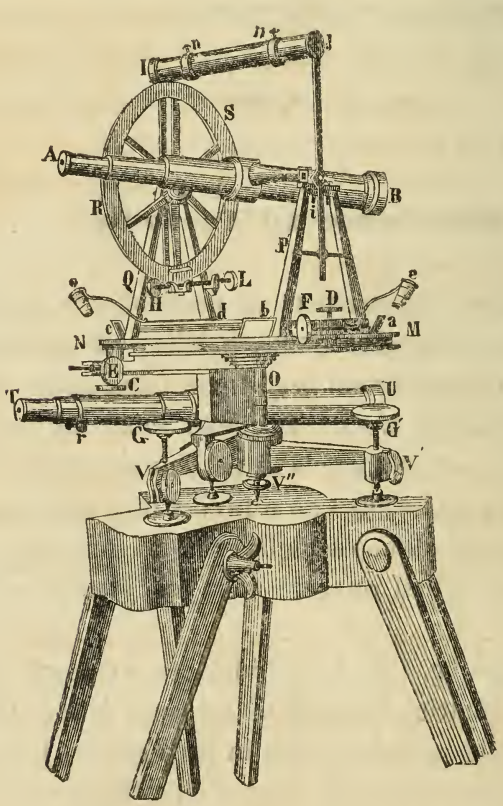
§ 92. Descrizione del Teodolite.

Il Teodolite è uno strumento, il quale offre la misura ripetuta degli angoli ridotti all'orizzonte. Sebbene sia più specialmente riservato per le operazioni geodetiche, considerato tuttavia siccome *goniometro di precisione*, questo stromento può trovar sito nel presente trattato, quando se ne limitino per altro la descrizione e l'uso a quel tanto che si ravvisa utile per la misura degli angoli orizzontali di una semplice rete trigonometrica topografica, la quale vogliasi ottenere colla più grande esattezza possibile.

Il Teodolite (fig. 179) è generalmente composto di due dischi o circoli concentrici, formanti un sol piano MN; il disco esterno ha l'intiera circonferenza divisa in parti eguali, l'interno invece contiene quattro nonii *a*,*b*,*c*,*d*, posti all'estremità di due diametri che s'intersecano ad angolo retto, e sopra ciascuno dei quali sta collocata una lente per leggere la graduazione con maggior facilità. I due dischi sono sostenuti da due perni, che possono girare indipendentemente l'uno dall'altro, essendo il perno del disco interno contenuto entro quello del disco esterno che è vuoto; cosicchè si può far rotare il solo disco interno od

ambidue contemporaneamente. La vite di pressione C serve a fissare il disco esterno, e quella D è destinata a rendere fisso il circolo interno all'esterno. Le due viti E ed F, chiamate viti di *richiamo*, servono pei piccoli movimenti dei due dischi, cioè la vite E pel circolo esterno, e quella F per l'interno. Sul disco interno appoggiano due sostegni P, Q, che servono di cavalletto all'asse di rotazione del cannocchiale AB. Quest'asse è

Fig. 179.



collocato orizzontalmente, e serve altresì in alcuni teodoliti come asse di rotazione di un circolo graduato od eclimetro RS. La vite di pressione H ha lo scopo di fissare in pari tempo l'eclimetro ed il cannocchiale. La vite di richiamo L è destinata ad imprimere leggieri movimenti di rotazione ad entrambi.

I due perni concentrici, i quali sopportano i dischi, formano una colonna O, sostenuta da tre piedi V, V', V''; ognuno dei quali è attraversato alla sua estremità da una vite, come le due G, G', le quali servono a rendere orizzontale il circolo MN, mediante il livello IJ, collocato, come vedesi nella figura, sopra l'asse di rotazione del cannocchiale per mezzo di due sostegni fissati al cavalletto precedentemente indicato.

Lateralmente alla colonna che sostiene il circolo orizzontale, havvi un secondo cannocchiale TU, che può muoversi alcun poco parallelamente e perpendicolarmente al circolo predetto. Questo cannocchiale va tenuto costantemente diretto verso un punto in lontananza, durante il tempo delle osservazioni nella medesima stazione. Esso serve a verificare se nel corso delle osservazioni lo strumento ha subito qualche movimento dalla sua primitiva posizione. Però un tale cannocchiale si rende inutile, dacchè la ripetizione stessa degli angoli, che si ottiene col teodolite, offre un miglior mezzo di verificazione.

Affinchè le divisioni del disco esterno e de' nonii si possano facilmente scorgere, s' incidono sopra una circonferenza d'argento o di platino.

Ambidue i cannocchiali sono a micrometro. Quello AB serve a mirare gli oggetti; il suo asse di rotazione è determinato dalla linea del perno che gira sul cavalletto (*a*).

(*a*) Per la sua delicata costruzione il teodolite va soggetto a guastarsi facilmente; vuolsi adunque usare ogni cura per mantenerlo sempre in buono stato. A tale fine s'indica qui in appresso il modo di pulirlo quando ciò occorra.

Smontato che sia lo strumento, si avrà cura di nettare con un pannolino finissimo tutte le parti del medesimo onde mondarlo dalla polvere; le viti ed il perno dello strumento dovranno essere unti con olio finissimo e quindi asciugati perfettamente.

I nonii e la graduazione vogliono essere nettati colla spuma di sapone, che si lascia sopra i medesimi per due o tre minuti. Si asciuga quindi il tutto con un pannolino finissimo, evitando un troppo forte fregamento per non danneggiare le divisioni.

§ 93. Ripetizione degli angoli.

Il teodolite è un goniometro destinato a dare direttamente gli angoli già ridotti all'orizzonte. Esso è poi *ripetitore*, o per meglio dire, *moltiplicatore* degli angoli misurati, ioè offre il mezzo di avere i multipli di un angolo. Il sommo vantaggio della ripetizione degli angoli è quello di diminuire talmente gli errori d'osservazione, da potersi questi trascurare anche nelle più importanti operazioni.

Il sistema della ripetizione è fondato sul seguente principio: se si porta più volte e successivamente sopra d'una circonferenza graduata a partire dallo zero, un arco alla medesima concentrico, si otterrà il valore dell'angolo espresso dall'arco stesso, dividendo il numero totale dei gradi percorso dall'indice, pel numero delle volte che venne ripetuto l'arco; e l'errore commesso nella misura dell'angolo sarà eguale all'errore totale diviso pel numero delle ripetizioni. Suppongasi, ad esempio, la circonferenza divisa in mezzi gradi, cioè in 720 parti uguali, e che dopo d'aver portato 10 volte un angolo osservato sulla circonferenza, siasi raggiunta la 90ma divisione oltre alla intiera circonferenza; l'angolo osservato sarà evidentemente eguale a $\frac{720+90}{10}=81$ mezzi gradi, cioè eguale a 40 gradi e 30 minuti. Volendo poi supporre, che per giungere alla 90ma divisione vi mancasse ancora la metà di una di esse, l'errore sulla misura dell'arco sarebbe il decimo della metà di un mezzo grado, vale a dire $\frac{1}{40}$ di grado.

Le scanalature dello strumento saranno nettate con una piccola spazzetta di crini finissimi, simile a quelle che servono a pulire i diamanti.

Si nettano infine le lenti, lavandole con l'alcool ed asciugandole con un pannolino finissimo o con pelle di castore.

Si ottengono ottimi risultati, nella misura degli angoli per una vasta rete topografica, con teodoliti aventi un disco da 25 a 30 centimetri di diametro (*a*).

§ 94. Verificazioni e correzioni del teodolite.

Onde la misura degli angoli, che è data dal circolo del teodolite, sia ridotta all'orizzonte, egli è necessario che il circolo stesso sia disposto orizzontale; la qual cosa si ottiene mercè del livello che sta sovrapposto al cannocchiale mobile. In secondo luogo l'asse ottico del cannocchiale stesso, col quale si mirano gli oggetti, deve muoversi in un piano verticale, onde la misura dell'angolo, che formano fra loro le visuali condotte a due oggetti, possa proiettarsi sul circolo orizzontale. Queste condizioni esigono:

1° *Che il livello a bolla d'aria sia rettificato, cioè che il suo asse sia parallelo a quello di rotazione del cannocchiale, sul quale poggia.*

2° *Che l'asse di rotazione del cannocchiale sia parallelo al piano del circolo, onde quest' ultimo sia orizzontale quando la bolla d'aria occupa il mezzo del tubo.*

3° *Che l'asse ottico descriva un piano, cioè sia perpendicolare all'asse di rotazione. Tale piano sarà verticale, ogni qual volta quest'ultimo asse sarà disposto orizzontale.*

(*a*) I circoli de'teodoliti che si adoperano attualmente nel R. Corpo di Stato Maggiore Piemontese sono divisi in 360 gradi; ogni grado in 6 parti eguali, ognuna cioè di 10 minuti. Il nonio comprende 59 di queste ultime divisioni, ed è diviso in 60 parti eguali.

L'approssimazione è dunque di $\frac{1}{n}=\frac{1}{60}\times 10'=10$ minuti secondi.

Uno dei circoli di Gambey, destinato pur anche alla misura delle distanze zenitali, ha un diametro di $0^m,27$, ed è diviso in 360 gradi; ogni grado in 12 parti; ogni parte adunque è uguale a 5'. Il nonio comprende 99 di queste parti, ed è diviso in 100 parti eguali: l'approssimazione è adunque di $\frac{1}{100}$ di 5'; cioè di tre secondi.

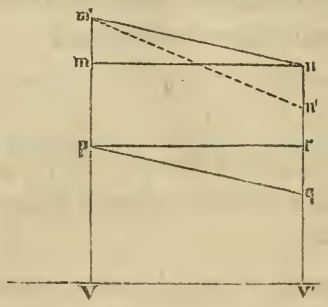
1ª *Verificazione. Il livello a bolla d'aria dev'essere parallelo all'asse di rotazione del cannocchiale.*

Per verificare se tale condizione è adempiuta, si colloca il livello sull'asse di rotazione del cannocchiale (come nella figura 179), e per mezzo delle viti dei piedi dell' intero stromento , si determina l'orizzonte, cioè si fa venire la bolla d'aria ad occupare il mezzo del tubo. Se la linea dei due sostegni del livello, o per meglio dire l'asse di rotazione, è parallelo all'asse del livello, vale a dire orizzontale, è giuocoforza che invertendo il livello dall'una all'altra estremità, esso, in questa novella posizione, rimanga orizzontale; ciò non verificandosi si dirà che l'asse del livello non è parallelo a quello di rotazione , e che questo ultimo è inclinato all'orizzonte.

Correzione. Si corregge quest' errore metà colle viti de' piedi dello stromento, e metà con quella *n* del livello, per mezzo della quale si viene a cambiare l'inclinazione del tubo del livello.

Egli è facile comprendere che , se colla sola vite del livello si riconducesse la bolla d'aria, nella seconda posizione, ad occupare il mezzo del tubo, riponendo il livello nella primitiva posizione, esso non sarebbe più orizzontale, e non si farebbe che trasportare l'errore (fig. 180)). Ed invero sia *mn* la posizione

Fig. 180.



orizzontale del livello, *pq* quella inclinata dell'asse di rotazione del cannocchiale. Se ora s'inverte il livello in modo che il suo piede *mp* venga ad occupare il posto del piede *nq* e viceversa , il livello prenderà la posizione *m'n'*, e la bolla d'aria si porterà

in m', cioè alla parte più elevata. Ora se mercè della vite V'(fig. 179) del piede, s'innalza l'asse di rotazione sino a che esso prenda la posizione orizzontale *pr* (fig. 180), l'estremità n' del livello s'innalzerà della stessa quantità rq, e prenderà la posizione $m'n$ meno inclinata della prima: se quindi mediante la vite del livello si abbassa l'estremità del tubo m' fino in m, cioè sino a che si trovi essere ad eguale altezza di n, il livello prenderà la posizione orizzontale che aveva prima, ed il suo asse sarà parallelo a quello di rotazione *pr*. Siccome non si può esattamente determinare di quanto convenga innalzare od abbassare le viti predette, così questa correzione va fatta a tastone, e non di rado si dovrà ripetere parecchie volte l' operazione summentovata, prima di aver raggiunta la perfetta orizzontalità del livello nelle due posizioni simmetriche.

2ª *Verificazione. L'asse di rotazione del cannocchiale dev' essere parallelo al piano del circolo.*

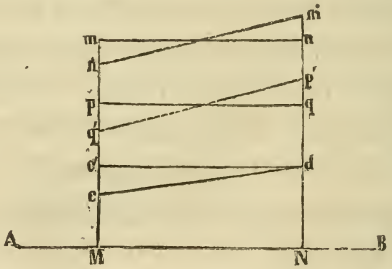
Rettificato il livello ed ottenuto così il parallelismo dell' asse del medesimo con quello di rotazione del cannocchiale mobile, si verifica se quest'ultimo asse è pure parallelo al circolo, vale a dire se il predetto circolo è orizzontale quando la bolla d' aria occupa il mezzo del tubo.

Si faccia a tal fine descrivere al circolo un mezzo giro, cioè 180°. Se in questa posizione la bolla d'aria non abbandonerà il mezzo del tubo, egli è segno che il circolo è orizzontale; se per contro la bolla si sposta, ciò indica che i piedi del sostegno o cavalletto non poggiano sopra un piano orizzontale.

Correzione. Si corregge in tal caso l'errore, metà colle viti V, V' dei piedi dello stromento (fig. 179); e metà colla vite *i* di uno dei sostegni, la quale, secondo che sia più o meno chiusa, fa mutare alquanto l'inclinazione dell'asse di rotazione del cannocchiale mobile. Infatti siano *mn*, *pq* (fig. 181) le posizioni orizzontali degli assi del livello e di rotazione del cannocchiale paralleli fra loro, in virtù della prima correzione; AB un piano orizzontale e *cd* la posizione inclinata del piano dei due dischi. Facendo descrivere una mezza circonferenza al disco interno, il sostegno *dn*

verrà in *cn'*, e quello *cm* in *dm'*; cosichè il livello verrà a prendere la posizione inclinata *n' m'*, e l'asse di rotazione del cannocchiale quella parallela *q'p'*. Accorciando ora uno dei sostegni del cannocchiale in modo che, p. e., *p'* discenda in *q*, e sollevando colla vite del piede M*c* dell'istromento l'estremità *q'* del perno

Fig. 181.



fino in *p*, l'asse di rotazione prenderà la primitiva posizione *pq* orizzontale; così pure il livello ritornerà in *mn*, ed il circolo si disporrà in *c'd* orizzontalmente, poichè si sarà innalzato della quantità $cc' = q'p$. Mercè di questa correzione l'orizzontalità del circolo è stata limitata alla linea che unisce i piedi del cavalletto; ora si otterrà l'orizzontalità del piano dell'intero circolo, facendo prendere a quest'ultimo, e per conseguenza al livello, una posizione perpendicolare alla prima, e riconducendo in questa nuova posizione la bolla d'aria nel mezzo del tubo mercè della terza vite del piede dello stromento, che finora non fu mossa per nulla.

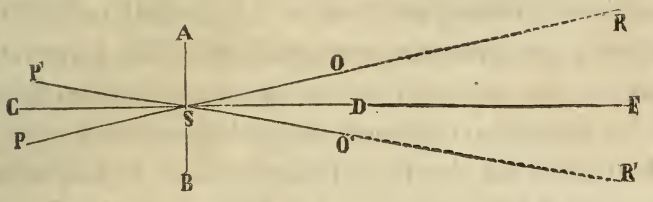
3ª *Verificazione. L'asse ottico deve descrivere un piano, cioè dev'essere perpendicolare all'asse di rotazione.*

Per verificare infine se l'asse ottico del cannocchiale descrive un piano, cioè se esso è perpendicolare all'asse di rotazione, si osserva un oggetto ad una certa distanza (1000 metri circa), dirigendo su di esso la crociera dei fili del micrometro. Rivolgendo quindi il cannocchiale in modo che la sua parte superiore divenga inferiore, e le estremità si mutino a vicenda senza che il circolo si sposti, si osserverà se lo stesso

punto a cui si era prima collimato continua a scoprirsi alla crociera dei fili. Se ciò ha luogo, è segno che l'asse ottico è perpendicolare all'asse di rotazione; se per contro l'intersezione dei fili cade sopra d'un altro oggetto, egli è segno che l'asse ottico trovasi inclinato su quello di rotazione, e descrive perciò una superficie conica a vece di un piano.

Correzione. Se l'asse ottico non è perpendicolare all'asse di rotazione (fig. 182), ma è inclinato come OP, e perciò si

Fig. 182.



osservava un oggetto R, ad esempio; dopo il rivolgimento l'asse ottico prenderà la direzione O'P' simmetrica alla prima, e si vedrà in questa seconda posizione non più l'oggetto R, ma l'oggetto R'. L'asse ottico sarà perpendicolare all'asse di rotazione, quando l'incrocicchio dei fili cadrà a metà fra i due oggetti osservati; perciò, mediante le viti laterali del micrometro, si condurrà l'incrocicchio stesso a battere su di un oggetto giudicato a metà distanza fra i due precedenti. Non potendosi a prima vista scegliere un punto di mira che corrisponda esattamente alla metà dell'angolo formato dalle visuali dirette secondo le due opposte posizioni del cannocchiale, sarà mestieri ripetere la correzione sul micrometro sino a che si scorga se nelle due differenti osservazioni l'asse ottico copre lo stesso oggetto F. Soltanto dopo ripetuti esperimenti si giungerà ad ottenere l'esatta rettificazione dello stromento.

Se si mirasse sempre direttamente all'intersezione de' fili, poco importerebbe la loro direzione, ma siccome si fa uso bene spesso dell'intero filo verticale per mirare gli oggetti, così è necessario che questo sia in tutta la sua estensione verticale.

Si verifica se tale condizione è adempiuta, facendo correre il detto filo lungo lo spigolo d'un muro, o lungo un filo a piombo sospeso a qualche distanza. Se il filo del micrometro copre perfettamente in tutta la sua lunghezza questa linea sarà verticale; in caso contrario si condurrà nella verticalità, mediante due piccole viti che servono a far girare il piccolo tubo del cannocchiale in A, e con esso il micrometro (fig. 179).

§ 95. Misura degli angoli col Teodolite.

Eseguite le predette verificazioni e correzioni nell'ordine sovra esposto, per misurare un angolo fatto da due piani verticali che passano per due punti dati del terreno e pel centro dell'istromento, si procede nel seguente modo. Dopo di aver reso orizzontale il piano del circolo, si farà coincidere lo zero del nonio *a* con quello del disco esterno, e si fisseranno i due dischi fra loro, mediante la vite di pressione D (fig. 179); poscia si faranno girare i due dischi finchè l'asse ottico del cannocchiale AB vada a coprire il segnale di sinistra; si fermerà in questa posizione il disco esterno mediante la vite C; e facendo girare il solo disco interno, si collimerà al segnale di destra; in questa nuova posizione lo zero del nonio avrà descritto l'arco, che sarà la misura dell'angolo cercato; e siccome nella primitiva posizione i due zeri coincidevano, così si leggerà a dirittura, servendosi di una delle lenti *e*, sulla graduazione del circolo esterno l'ampiezza dell'angolo indicata dallo zero del nonio. Ora per ripetere l'angolo, dopo aver preso nota di quello dato dalla prima osservazione, si fisserà di bel nuovo il disco interno all'esterno, e si faranno girare assieme, finchè col cannocchiale superiore si scopra di bel nuovo il segnale di sinistra; mediante questa operazione, lo zero del circolo graduato verrà trasportato a sinistra della sua posizione primitiva di una quantità eguale all'arco ottenuto; fissato poscia nuovamente il disco esterno, si ricondurrà il cannocchiale sull'oggetto di destra; questo movimento farà sì, che lo zero del nonio segnerà sulla graduazione un

arco doppio del primo. Prendendo nota di questo secondo risultato, e proseguendo in tal modo le ripetizioni, si perverrà ad un angolo triplo, quadruplo, ecc. di quello misurato. La misura cercata si otterrà poi dividendo l' ultimo arco multiplo per il numero delle ripetizioni eseguite. Così, ad esempio, pongasi che si siano ottenuti i seguenti risultati:

	ANGOLI MULTIPLI.	ANGOLI SEMPLICI.
A,	89°. 28'. 20"	89°. 28'. 20"
2 A	178°. 56'. 30"	89°. 28'. 15"
3 A	268°. 24'. 30"	89°. 28'. 10"
4 A	357°. 53'. 00"	89°. 28'. 15"
5 A.	87°. 21'. 10"	89°. 28'. 14"

Si conchiuderà essere l'angolo misurato di 89°. 28'. 14", 00.

§ 96. Uso dei quattro nonii del teodolite ripetitore.

L'oggetto de'quattro nonii è di diminuire, prendendo una media fra le quattro indicazioni, gli errori cagionati dalla lettura e dall'imperfezione della graduazione.

Si leggono le indicazioni dei quattro nonii prima e dopo delle osservazioni angolari. Pongasi che prima i medesimi abbiano indicato :

$$+0^{\circ}.00'.00''; +0^{\circ}.00'20''; +0^{\circ}.00'.30'' : -0^{\circ}.00'.10'';$$

indicando per + e per — la posizione dello zero di ciascun nonio davanti o dietro di 90°, 180°, 270°. Il vero punto di partenza del nonio medio sarà $\frac{20''+30''-10''}{4} = +10''$. Ora se alla fine delle osservazioni si leggerà ad esempio col primo nonio 340°.

10'. 10", col secondo 340°. 10' 15", col terzo 340°. 10' 25", col quarto 340.° 10'. 30"; l'angolo medio sarà:

$$340°.10' + \left(\frac{10'' + 15'' + 25'' + 30''}{4}\right) = 340°10'.20'';$$

ma siccome il punto di partenza del nonio medio era +10", si avrà per risultato finale l' angolo percorso eguale a 340°.10'. (20"—10") = 340°.10'.10".

Il registro in uso presso il Corpo R. di Stato Maggiore , per inscrivere le osservazioni angolari, e gli elementi che a quelle osservazioni si connettono, è il seguente:

Registro

DELLE OSSERVAZIONI ANGOLARI

N.° . . . . . Stazione a . . . . . .

N.° . . . Angolo tra . . . . . e . . . . .

N.° delle Ripetizioni	ANGOLI TRA I SEGNALI Si mira. . . . . . Circolo di . . . . Osser.re			NONII	ANNOTAZIONI
	Multipli	Semplici	Elementi diversi		
Li _____ 18__ a ____			____ OGGETTI { d____	I { ____ } ____	
CIELO _____		TEMPO ____	____ { s____		
1			Barometro ____	II { ____ } ____	
2			Ter. Bar.° ____		
3			Ter. Lib.° ____	III { ____ } ____	
4				IV { ____ } ____	
5			r = ____	Somma ____	
6					
7			O = ____	$\frac{1}{4}$ . . . ____	
8			Y = ____	Circonfer. ____	
9			O + y = ____	Arco totale ____	
10				Arco semp. ____	

Chiamasi *serie* la misura di uno stesso angolo ripetuta dieci volte; *mezza serie* cinque ripetizioni.

Per una rete puramente topografica, bastano cinque ripetizioni, per la misura degli angoli principali, e tre per gli altri: si ommette in questi ultimi l'osservazione e correzione dei quattro nonii.

ARTICOLO NONO.

Levate speditive de'piani topografici in genere.

—

SEZIONE PRIMA.

Preliminari.

—

Definizione delle levate speditive. — Norme generali sulle levate speditive in genere — Misure delle distanze col passo dell' uomo, del cavallo, e con l'orologio.

—

§ 97. Definizione delle levate speditive.

Occorre talvolta, specialmente al militare in guerra, di dover levare in fretta un piano topografico. Ei si comprende che, in tal caso, la maggiore o minore esattezza del punto dipenderà dal tempo e dai mezzi di cui si può disporre. Le levate, che si compiono in simili circostanze, prendono il nome di *levate speditive.* Esse si eseguiscono con istromenti topografici portatili, ovvero senza l' aiuto di verun istromento: in quest'ultimo caso esse prendono più specialmente il nome di *levate a vista.*

§ 98. Norme generali sulle levate speditive in genere.

Le levate speditive in genere poggiano sugli stessi principii delle levate dei piani regolari geometrici; stando la sola differenza, come si è notato più sopra, nella minore esattezza dei mezzi che s'impiegano e nel tempo più ristretto che vi si può dedicare. Quindi è che, anche nelle levate speditive, si dovrà prima incominciare dal costrurre una rete del terreno da levare, partendo da una base. Questa base potrà talvolta venir desunta da altri piani o documenti.

Una base da 200 a 500 metri è sufficiente per una levata speditiva di piccola estensione, e sarà scelta colle medesime avvertenze, che nelle levate regolari. Qualora il terreno fosse coperto, ad esempio, imboschito, la determinazione della rete non riescirà così facile quanto in terreno scoperto. In tal caso il metodo delle successive stazioni sarà forse il solo che si potrà impiegare, tanto per la rete quanto per la levata dei particolari. Il lavoro riescirà in allora più fastidioso e più soggetto ad errori.

Circa ai particolari si leveranno questi cogli stessi principii dei piani regolari, più o meno esattamente, secondo i mezzi ed il tempo di cui si dispone.

La misura delle distanze si ottiene, segnatamente nelle levate a vista, col passo dell'uomo, del cavallo, o coll'orologio. Per quanto è possibile però, sarà bene di determinare le distanze per mezzo delle intersezioni perchè più esatte.

Le altezze e quote dei punti si ottengono cogli stessi principii già dianzi indicati: questi guideranno alla relativa rappresentazione del terreno. Però raramente si possono tracciare le curve orizzontali colla precisione degli altri piani. D' ordinario si disegnano nelle levate speditive le varie forme del terreno a vista per mezzo di tratteggi, o meglio ancora colle curve orizzontali segnate pure a vista *(Vedasi il relativo disegno nella tavola N° 13 dei modelli annessi al presente trattato).*

Circa al disegno si osserveranno presso a poco le stesse norme ed i modelli indicati pel disegno dei piani regolari. Le scritture saranno pur conformi ai modelli stessi; ma ove il tempo stringesse, si potrebbe far uso di una scrittura corsiva chiara.

Riguardo alla scala del piano, non si possono dare precetti rigorosi e fissi: essa può variare secondo le circostanze e lo scopo cui mira la costruzione del piano stesso. Giova però ricordare che le scale fra $\frac{1}{10000}$ e $\frac{1}{20000}$ sono più specialmente designate pei piani militari tattici. La scala grafica potrà talvolta indicare la misura a passi; però sarà sempre meglio segnarla in metri facendo l'apposita riduzione di quelli in questi.

§ 39. Misura delle distanze col passo dell'uomo, del cavallo, e coll'orologio.

Il rapporto fra il passo ed il metro in seguito a ripetute esperienze si è riconosciuto essere come 6 a 5 per un uomo di statura mediocre, e di 5 a 4 per un uomo di alta statura: però per ottenere tale rapporto nel modo più esatto possibile, è necessario che ciascheduno faccia il proprio esperimento, misurando una distanza orizzontale alquanto lunga, per es. da 500 a 1000 metri, e percorrendola alcune volte al passo ordinario e regolare nei due sensi. La media dei diversi risultati stabilirà il rapporto approssimativo fra il proprio passo ed il metro. Se, ad esempio, percorsi 600 passi si trovano essere uguali a 500 metri, si dirà che il passo sta al metro come 600:500, ossia come 6:5. In modo analogo si opererebbe per la misura del passo del cavallo.

Si può ancora giudicare di una distanza, dal tempo impiegato a percorrerla con passi regolari, avendo attenzione di stabilire il calcolo sulla media di varie verificazioni fatte, tenendo conto dell'andata e del ritorno. Siasi per es. riconosciuto essere necessario un minuto per percorrere 60 metri, facilmente si troverà il valore di una distanza in metri, moltiplicando il numero dei mi-

nuti, stati impiegati nel percorrerla, per 60. Per conseguenza con un orologio si potranno pure approssimativamente misurare le distanze d'una levata speditiva. Questo metodo è comodo, specialmente quando si debbano segnare grandi distanze, perchè allevia la mente, la quale si limita ad una semplice osservazione a ciascheduna estremità delle distanze percorse, e permette all'operatore di occuparsi meglio, strada facendo, nell' esame delle località, per quindi anche meglio disegnarle sul piano. È inutile dire che per levare il terreno nel sovra indicato modo, convien essere munito di un buon orologio onde misurare il tempo con tutta la necessaria precisione.

Trovansi piccoli stromenti che stretti al piede dell'uomo segnano marciando il numero dei passi percorsi.

Qualora si fosse costretti di attenersi a risultati approssimativi, potrebbero valere i seguenti dati:

Un uomo percorre	al passo ordinario di fanteria	60	met. p. min.
» »	al passo di via	80	»
» »	al passo accelerato	100	»
Un cavallo percorre	al passo	85	»
» »	al trotto	200	»
» »	al piccolo galoppo	300	»
» »	al galoppo spiegato	450	»

Per valutare grandi distanze si potrebbe talvolta (ma con pochissima precisione) trar partito della velocità del suono. L'esperienza ha fatto conoscere, che il suono percorre 340 metri ogni minuto secondo in un'atmosfera calma; che il vento, per influire sensibilmente su questa velocità, deve soffiare presso a poco nella direzione del suono, e che in questo caso un vento ordinario aumenta o diminuisce di circa 10 metri la velocità predetta, mentre un vento impetuoso può alterarla di 30 e più. Siccome la detonazione delle armi da fuoco è preceduta da una luce istantanea, così se si osserva il tempo scorso tra

l'apparizione della luce e la percezione del suono, basterà moltiplicare il numero de'minuti secondi per 340, onde avere la distanza approssimativa.

L'influenza del vento e gli errori nel valutare il tempo, rendono assai difficili queste osservazioni, e le stimate misure poco esatte.

Enunciate le norme generali, che debbono guidare l'operatore in ogni levata speditiva, si tratterà più particolarmente nelle seguenti sezioni degli stromenti portatili e del modo di levare speditamente con ciascun d'essi, ed infine delle levate a vista.

SEZIONE SECONDA.

Della Tavoletta portatile di campagna.

—

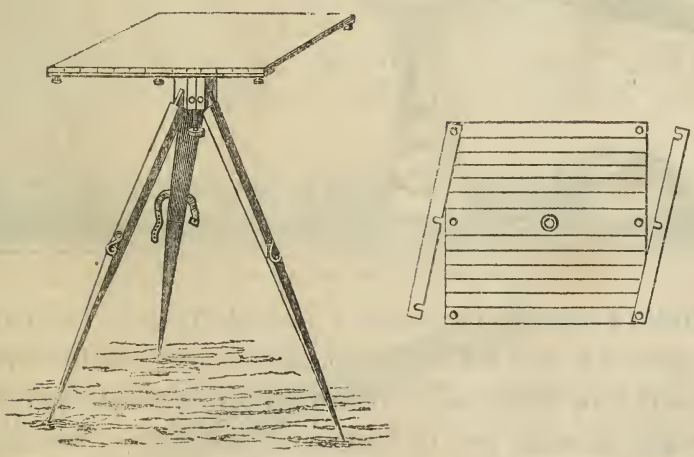
Descrizione della tavoletta portatile. — Suo uso per le levate speditive.

—

§ 100. Descrizione della tavoletta portatile di campagna.

La tavoletta portatile di campagna è simile, in minori dimensioni, alla tavoletta pretoriana (fig. 183). A rendere per altro più facilmente portatile lo specchio sul quale si traccia la proiezione della superficie del suolo, si è ideato di comporlo

Fig. 183.

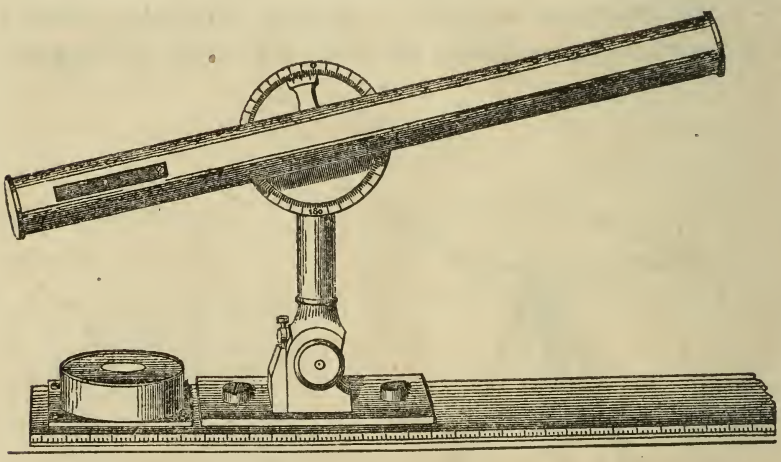


di alquante assicelle di egual larghezza e lunghezza, riunite per mezzo di un foglio di pelle o di tela forte, e mantenute nello stesso piano mercè due regoli.

L'alidada a cannocchiale o diottra (fig. 184) è pur simile, in minori dimensioni, a quella della tavoletta pretoriana. La colonna che sostiene il cannocchiale si cala a cerniera sulla riga, rendendo atto in tal guisa lo stromento ad essere collocato, unitamente ad un piccolo declinatore, in un astuccio di pelle, che si porta ad armacollo.

Al piede della colonna sta fisso un piccolo livello sferico, che serve a collocare la tavoletta nella posizione orizzontale. Un piccolo eclimetro è unito all'asse di rotazione e l'indice porta un nonio. Presso il foco dell'oculare è pure collocato un micrometro, mobile nel senso longitudinale del tubo; onde si può allontanare o ravvicinare al foco stesso, a seconda della vista dell'osservatore. Al piede della colonna sta fissa una piccola vite

Fig. 184.

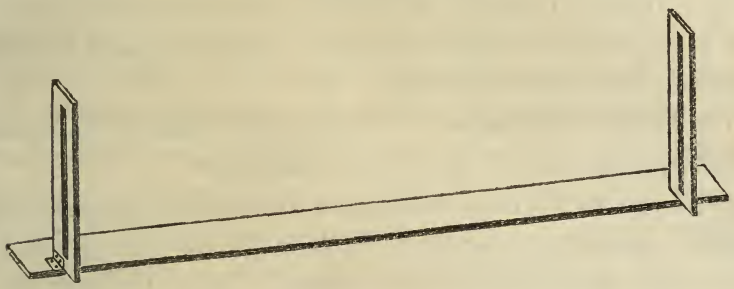


destinata a disporre, per quanto è possibile, l'asse ottico orizzontale quando lo zero del nonio coincide con quello dell'eclimetro. La correzione si opera per mezzo dei rivolgimenti cogli stessi principii enunciati per la diottra ordinaria, cioè premendo od innalzando la detta vite si cambia l'inclinazione della colonna sino a che nelle due posizioni del cannocchiale l'asse ottico sia orizzontale. Per comunicare un movimento d'inclinazione al fusto, onde rendere il piano descritto dall'asse ottico verti-

cale, si schiudono le due viti che riuniscono il fusto all'alidada, indi s'inseriscono tra questa e la base del fusto pezzetti di carta od altro che tengano la colonna nella posizione richiesta.

Invece di alidada a cannocchiale, potrebbe servire pur anche un'alidada semplice a traguardi (fig. 185), composta di un regolo di legno, alle cui estremità sono fisse a cerniera due strette

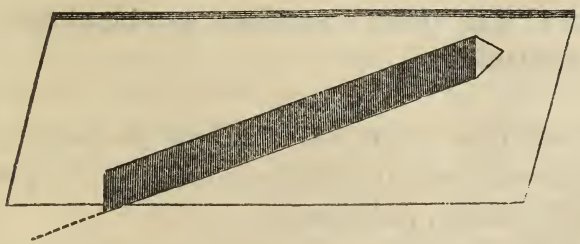
Fig. 185.



assicelle di lunghezza eguale, le quali si possono drizzare perpendicolarmente al regolo, ovvero calare sul medesimo, quando non se ne faccia più uso. In entrambe le assicelle è praticata una fessura verticale di due millimetri di larghezza su cinque centimetri di lunghezza. Queste fessure debbono trovarsi nel piano verticale rasente l'orlo del regolo od in quello che gli è parallelo. (*Per l'apposita correzione vedasi l'alidada a traguardi*, § 68).

Potrebbesi altresì far uso di una riga prismatica di legno

Fig. 186.



(fig. 186), di tre o quattro decimetri di lunghezza, la cui figura generatrice fosse un triangolo isoscele rettangolo.

Questa riga, appoggiata con uno dei cateti sulla tavoletta, serve di alidada, facendo passare il raggio visuale sulla costa dell'angolo di 45°; e così operando, la detta visuale si troverà sempre in un piano verticale passante per la linea tracciata sulla carta o linea di fede.

Ove non si fosse provvisti di livello, ovvero quello che si possiede venisse a rompersi, si potrebbe far uso di una piccola palla d'avorio, di metallo, di marmo, o di altra sostanza dura, e si avrà così la tavoletta orizzontale, tostochè la palla rimarrà fissa sul piano della medesima.

Un piccolo declinatore, e talvolta una scala di riduzione accompagnano pure la tavoletta di campagna.

Qualora non si avesse declinatore, si potrebbe approssimativamente orientare prontamente la tavoletta, fissando un ago od uno spillo verticalmente sullo specchio della tavoletta stessa, quando questa trovasi già orientata giusta una data linea, e segnando le ombre che quella specie di stilo produrrà nelle varie ore del giorno: il quadrante solare, che ne risulterà, potrà servire per alcuni giorni successivi ad orientare la tavoletta: a tal fine basterà guardare l'oriuolo ogniqualvolta si vorrà fare stazione, e far girare lo specchio fino a tanto che l'ombra dello spillo corrisponda a quella tracciata precedentemente alla stessa ora.

Siffatto modo di orientare non è certamente di grande esattezza; epperciò non si consiglia di servirsene, che nel solo caso in cui non si possa fare altrimenti.

§ 101. Uso della tavoletta portatile per le levate speditive.

Dalla descrizione stessa dello stromento, si scorge che il metodo di operazione per la levata non differisce da quello spiegato per la tavoletta pretoriana.

La tavoletta portatile non va ordinariamente munita di stadia, onde rendere questo goniografo, per quanto è possibile, semplice e facile al trasporto. Le distanze dei singoli oggetti

osservati dovranno quindi misurarsi a passi, od anche a vista, quando l'operatore abbia acquistato un giusto colpo d'occhio per valutare le distanze. La determinazione per intersezione sarà però sempre preferibile.

Rimane ancora da avvertire, circa alla levata colla tavoletta di campagna, che, allorquando vuolsi operare con maggior speditezza, si può prescindere dalla determinazione preliminare dei principali punti della rete. In simili casi si principierà col far stazione in un punto estremo della base, e da questo si dirigeranno le visuali ai varii oggetti o punti successivi di stazione, che voglionsi determinare sul piano, e si leveranno immediatamente tutti i particolari del terreno all'intorno: trasportandosi quindi in un secondo punto da cui si scorgano le due estremità della base, ed al quale venne diretta una visuale dalla stazione precedente, si determinerà per intersezione quel secondo punto, dal quale si taglieranno le visuali già condotte dal primo ai varii oggetti; se ne dirigeranno altre a nuovi e si procederà poscia alla levata del terreno, come si è fatto al primo punto. Nello stesso modo si opererà pei successivi punti di stazione sino al termine del lavoro. Ove si dovesse far stazione in un punto, al quale non venne diretta alcuna visuale, si potrebbe in quello orientare la tavoletta col declinatore e determinare quindi la posizione del punto stesso sul piano, coi mezzi esposti all'articolo della tavoletta pretoriana.

SEZIONE TERZA.

Del Sestante.

—

Principii generali sui quali è fondata la costruzione degli stromenti a riflessione. — Descrizione del sestante graduato a due specchi. — Descrizione del sestante graduato ad un solo specchio. — Descrizione del sestante grafico. — Uso del sestante per le levate speditive. — Uso del sestante a due specchi per la misura approssimativa delle distanze zenitali e delle pendenze del terreno.

—

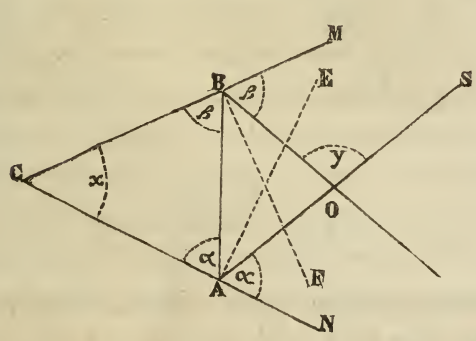
§ 102. Principii generali sui quali è fondata la costruzione degli stromenti a riflessione.

Uno stromento il quale può riescire di somma utilità nelle levate speditive si è il sestante. Esso appartiene alla specie degli stromenti a riflessione, dei quali si darà in questa sezione la descrizione de' principali. A ben comprendere pertanto l'uso di questi stromenti, egli è necessario anzitutto additare brevemente i principii, sui quali è fondata la loro costruzione.

Chiamansi a *riflessione* quegli stromenti, nella composizione dei quali vi hanno uno o due specchi. Essi sono fondati sulla proprietà seguente della luce: *se un raggio luminoso incontra una superficie piana riflettente, l'angolo che questo raggio forma colla normale a questa superficie, è uguale a quello formato dalla sua riflessione colla stessa normale*; questa proprietà generalmente viene enunciata in termini più concisi, dicendo che *l'angolo d'incidenza è uguale all'angolo di riflessione*, l'angolo d'incidenza essendo quello formato dal raggio luminoso colla normale, e l'angolo di riflessione quello formato dalla riflessione del raggio colla normale stessa.

Ciò posto, pongansi due specchi CM, CN, formanti fra loro un angolo C$=x$ (fig. 187); AE e BF le rispettive normali; SA un raggio luminoso che dicesi *incidente*, il quale venga a colpire lo specchio CN in A. Questo raggio si rifletterà in modo che gli angoli SAN,CAB, complementi degli angoli d'incidenza SAE, e di riflessione EAB, saranno uguali; si denotino entrambi

Fig. 187.



per α. Il raggio riflesso AB diventando incidente rispetto al secondo specchio CM, si rifletterà secondo BO in modo che gli angoli CBA,MBO, designati con β, saranno pure eguali fra loro: risulterà da ciò che l'angolo SOB$=y$, formato dall'intersezione del primo raggio incidente col secondo raggio riflesso, sarà doppio dell'angolo x dei due specchi. Di fatto y esterno al triangolo ABO, è uguale ad A$+$B, ossia $y=360^\circ-2\times(\alpha+\beta)$, essendo l'angolo A$=180^\circ-2\,\alpha$ e B$=180^\circ-2\beta$.

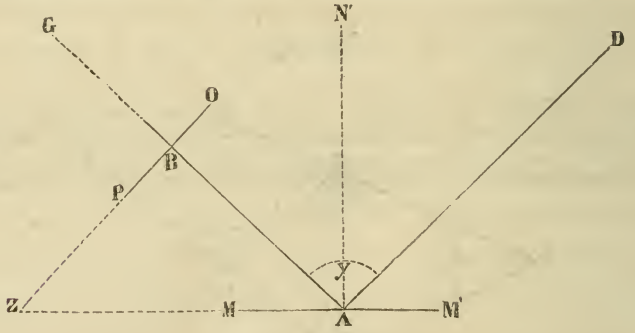
Nel triangolo ABC si ha: $x=180^\circ-(\alpha+\beta)$;

dunque $y=2x$.

Questo valore non muta punto nel caso puranche che uno dei due specchi si trovasse perpendicolare al primo raggio di riflessione. Ed invero: sia MM'(fig. 188) uno specchio; DA un raggio luminoso il quale si rifletta secondo AG, formando colla normale l'angolo GAN' uguale all'angolo d'incidenza N'AD: se un secondo specchio PO è perpendicolare ad AB, cioè al raggio riflesso, esso riman-

derà il raggio luminoso secondo la direzione che seguiva prima di colpirlo in B, cioè il raggio BA riflesso si confonderà col raggio incidente AB, ed entrambi colla normale alla superficie riflettente: ciò è quanto succede ogniqualvolta un raggio

Fig. 188.



cade perpendicolarmente sopra una superficie riflettente. L'angolo BAD=2×BAN' sarà dunque ciò che nel teorema precedente fu chiamato y, e l'angolo dei due specchi BZA ne sarà evidentemente la metà; imperocchè è uguale a quello BAN' formato dalle due normali alle superficie de' due specchi. Se ora s'imagina l'occhio collocato in A, un secondo oggetto G sul prolungamento di AB, e lo specchio PO stagnato soltanto nella sua parte inferiore, ne avverrà che l'occhio riceverà simultaneamente due impressioni; esso vedrà cioè G direttamente, e D per effetto della seconda riflessione, l'uno all'altro sovrapposto. Se dunque si giunge a conoscere l'angolo che formano tra loro i due specchi, ovvero quello delle loro normali, l'angolo, che formano i due oggetti fra loro al punto di stazione, sarà pure noto, perchè questo sarà il doppio dell'angolo formato dai due specchi.

Su questa proprietà è fondata la costruzione del sestante graduato che viene impiegato per la misura degli angoli, e di cui si fa grandissimo uso nella marina. Viene detto *sestante*, perchè comprende un arco di circolo di 60°, il quale serve per misurare tutti gli angoli che non oltrepassano 120°, in virtù del teorema

precedente. Siffatti stromenti quando non comprendono che l'ottava parte della circonferenza chiamansi *ottanti*, e *circoli a riflessione* se comprendono la circonferenza intiera. La teoria è la medesima tanto per gli uni quanto per gli altri. Il disco loro graduato è in rame, in argento, od in platino, e talvolta tutto lo stromento è in metallo; però i grandi sestanti sarebbero troppo pesanti in questo modo; si fanno allora in ebano, con un arco in avorio ove sono segnate le divisioni. Se ne costruivano pel passato sino da 30 a 40 centimetri di raggio, ma dappoichè si è trovata maggior precisione coll'impiegare i circoli interi per le osservazioni che richiedono una grande esattezza, somministrando essi i multipli dell' angolo , non si costruiscono più sestanti che di piccolo raggio , e questi per le osservazioni che non esigono una grande precisione. Trovansi ancora sestanti a forma di tabacchiera circolare: essi non danno, a dir vero, una grande approssimazione, ma sono abbastanza esatti per le levate speditive.

§ 103. Descrizione del sestante graduato a due specchi.

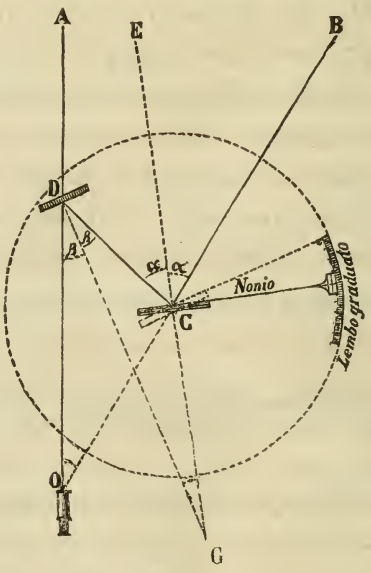
Il sestante graduato a due specchi si compone di un arco di 60 gradi e di due specchi D e C (fig. 189), la cui spessezza è dappertutto la stessa, vale a dire che le loro faccie sono rigorosamente parallele.

Lo specchio D fisso e perpendicolare al piano dello stromento non è stagnato che nella metà inferiore della sua altezza; la metà superiore è trasparente.

Lo specchio C, posto al centro dell'arco e pur anche perpendicolare al piano dello stromento, è interamente stagnato e può girare sopra il suo asse, il quale porta un braccio di leva munito di un nonio alla sua estremità. Questo nonio si muove pur assieme allo specchio, e percorrendo l'arco graduato accenna alle diverse inclinazioni dello specchio mobile su quello fisso. Se esso segna zero quando i due specchi sono paralleli , egli è chiaro che l'arco di 10,20,30, ecc., gradi percorso dal

nonio sarà la misura dell'angolo che fanno tra loro gli specchi, o per meglio dire, dell'inclinazione dello specchio mobile sul fisso in quelle diverse posizioni. Ciò posto, sarà facile comprendere il modo col quale si può misurare con questo stromento l'angolo che fanno le visuali dirette dal punto O a due oggetti A e B. Il raggio di luce che arriva da B nella direzione BO incontra

Fig. 189.



lo specchio C che lo riflette secondo CD, in modo che il raggio incidente BC ed il raggio riflesso CD formeranno colla normale CE due angoli α uguali fra loro. Il raggio CD divenuto in tal guisa raggio incidente per rispetto allo specchio D, si rifletterà sopra la parte stagnata dallo specchio D, secondo la direzione DO formando due angoli uguali β, colla normale DG. Suppongasi che lo specchio C, il quale è mobile, sia collocato di maniera a far coincidere la riflessione DO, del raggio luminoso che viene da B, col raggio AO , il quale attraversando la parte trasparente dello specchio D, arriva direttamente da A. Se la coincidenza è perfetta , l'osservatore con un cannocchiale posto in O vedrà l'oggetto A e l'immagine B, il primo sovrapposto alla seconda. In allora il

nonio, che segue sopra il lembo graduato il movimento dello specchio mobile, darà la misura della metà dell'angolo, che formeranno tra di loro i due oggetti. Per convincersene, si osservi che dal triangolo GCD si ha: $\alpha = \beta + G$, ossia $2G = 2\alpha - 2\beta$. E dal triangolo OCD si ha: $O = 2\alpha - 2\beta$; si avrà adunque l'angolo $G = \frac{1}{2}O$ (1).

Epperciò l'angolo G formato dalle due normali GE e GD ai piani dei due specchi, sarà la misura dell'angolo che formano i due specchi in tale posizione, angolo che è dato dall'arco percorso dal nonio: e poichè dall'equazione (1) si sa che l'angolo G è la metà di quello che formano i raggi diretti verso i due oggetti A e B, non si avrà più che a duplicare l'angolo G per avere l'angolo O. Onde evitare questa duplicazione, si è convenuto di scrivere doppie le divisioni dell'arco, in modo che la lettura del nonio somministra a dirittura il valore dell'angolo O fra gli oggetti osservati.

Ad ottenere l'esatta misura degli angoli col sestante graduato a due specchi, egli è necessario che lo zero del nonio coincida con quello del lembo graduato, allorquando i due specchi sono paralleli.

Questa condizione è facile a verificare, poichè se i due specchi sono paralleli quando lo zero del nonio coincide collo zero della graduazione, guardando un oggetto col cannocchiale, attraverso alla parte trasparente dello specchio, si dovrà scorgere sulla stessa verticale l'immagine nella parte stagnata; se ciò non accade, egli è segno che gli specchi non sono esattamente paralleli; e bisognerà perciò in tal caso ottenere il perfetto parallelismo, mercè d'un'apposita piccola vite annessa allo specchio mobile.

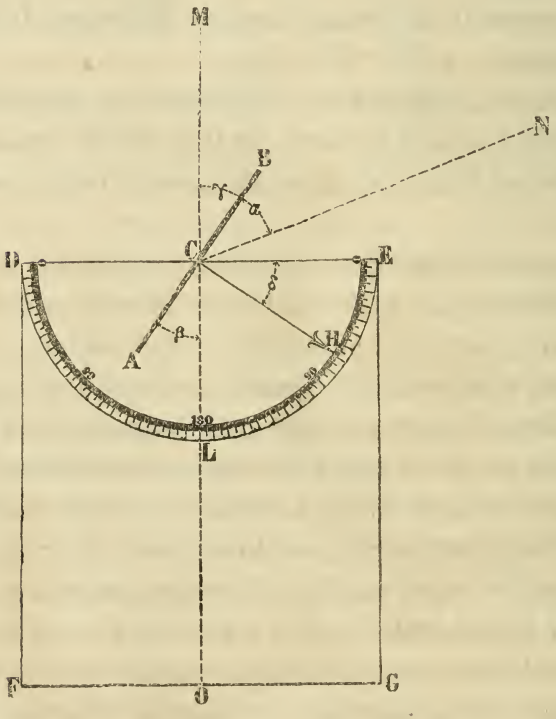
Si dovrebbe altresì verificare in questo stromento se l'asse ottico del cannocchiale, il quale è posto in O, sia parallelo al piano del circolo, e se i piani degli specchi siano perpendicolari a quello del circolo; ma si ommettono d'ordinario queste due ultime verificazioni, perchè oltrecchè esse non sono sempre attuabili, non sono rigorosamente necessarie in uno stromento, il quale è solo destinato a somministrare una misura approssimativa.

Un grande inconveniente del sestante graduato a due specchi si è quello della perdita considerevole di luce cagionata dalla doppia riflessione: essa è tale che in alcuni sestanti, a meno di una grande abitudine, non si può operare che a stento, tanto è debole l'imagine dell'oggetto, quando essa è sottoposta alla direzione dell'altro oggetto. Per ovviare a quest'inconveniente venne concepita la felice idea di un sestante ad un solo specchio, di cui si porge qui in appresso la descrizione.

§ 104. Descrizione del sestante graduato ad un solo specchio.

Sia DEFG (fig. 190) un'assicella; alla metà del lato DE è im-

Fig. 190.

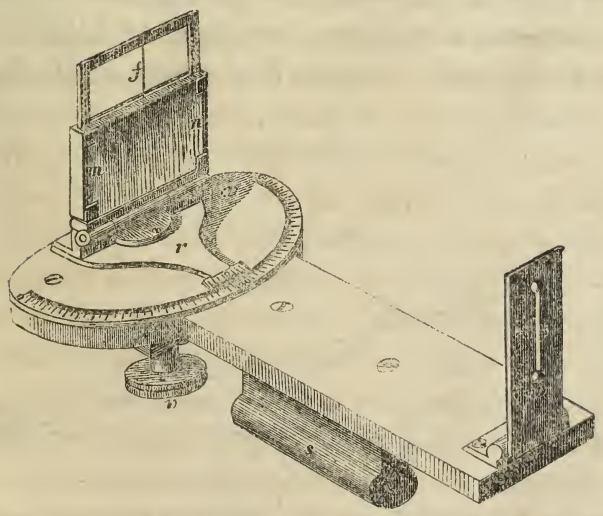


perniato in C uno specchio AB, perpendicolare al piano dell'assicella, e girante attorno al perno C. Un indice H a nonio è perpendicolare in C alla linea dello specchio, e percorre, facendo sistema con questo, una semicirconferenza graduata DLE. L'occhio

dell'osservatore in O mira lungo la retta OC un oggetto M al di sopra dello specchio; indi si gira lo specchio in modo che l'immagine d'un altro oggetto N sia riflessa dallo specchio, secondo la linea CO. Per la proprietà su enunciata l'angolo α sarà uguale all'angolo β; ma β è uguale a γ come opposti al vertice, e $\delta = \gamma$ perchè questi due angoli hanno i lati rispettivamente perpendicolari: onde $\alpha = \gamma = \delta$; $\alpha + \gamma = 2\delta$; e quindi $\frac{\alpha+\gamma}{2} = \delta$. Ora $\alpha + \gamma$ è l'angolo formato dalle visuali dirette ai due oggetti dal punto C: si dirà adunque che l'*angolo* δ *descritto dall' indice sulla semirconferenza graduata è la metà dell'angolo fra i due oggetti.* Se quindi l'arco δ segnato dall'indice è ad esempio di 34 gradi, l' angolo MCN fra i due oggetti sarà di 68°. Per maggior comodità la graduazione è doppia, cioè segnata in modo che l' indice indica direttamente sul lembo graduato l'angolo formato dagli oggetti; così, essendo posto il 0° in E, al punto L sono notati 180° ed al punto H si leggerebbero 68°.

La figura 191 rappresenta il sestante suddetto. Lo specchio

Fig. 191.



è trasparente nella parte superiore, e nella sua metà è teso un filo finissimo *f*. All'estremità opposta dello stromento è fisso un

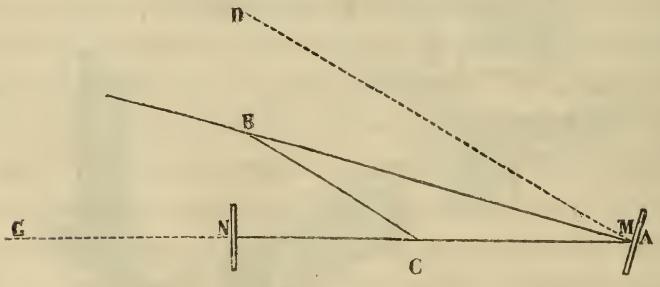
traguardo a cerniera, il quale determina col filo predetto una linea di mira; *r* è l'indice a nonio che gira collo specchio. Dalla costruzione di questo stromento, egli è agevole comprendere che quando si osserva nello specchio l'imagine d'un oggetto, il quale si trova dietro dell'osservatore e sul prolungamento della linea di mira predetta, lo zero del nonio deve coincidere con 180° della graduazione. Si verifica se ciò ha luogo osservando, se coincidendo lo zero nel nonio con 180° del semicircolo, l'immagine del traguardo cade nello specchio sotto del prolungamento del filo opposto; se ciò non ha luogo, si sposta lo specchio mercè d'un'apposita vite, sino a che questa condizione sia adempiuta ; ove non si voglia operare la correzione, si dovrà tener conto dell'errore di collimazione.

§ 105. Descrizione del sestante grafico.

Il sestante grafico è uno stromento il quale somministra il mezzo di poter tracciare immediatamente sul piano gli angoli che si osservano, senza farne conoscere la misura diretta in gradi. Esso appartiene perciò alla categoria dei goniografi; tuttavia se ne fa qui la descrizione, siccome stromento a riflessione.

Tale stromento si compone di tre regoli AB,AN,BC, collegati fra loro da tre perni; il regolo BC è uguale ad AC (fig. 192).

Fig. 192.



Nel regolo AB è praticata una scanalatura ove scorre un *cursore* B, in guisa che, facendo variare l'angolo A, il triangolo ABC muta di forma senza cessare d' essere isoscele. Al

punto A sta fisso uno specchio M perpendicolare al regolo AB: un secondo specchio N, la cui metà superiore è trasparente, sta collocato perpendicolarmente sul prolungamento di AC. Chiaro si scorge che l'angolo BAC è l'angolo dei due specchi; ne consegue che, se si colloca il regolo AN nella direzione di un oggetto G, e si fa variare l'angolo A fino a che lo specchio M rifletta l'immagine di un oggetto D secondo AN, lo specchio N rimanderà quest'imagine verso l'occhio collocato in A, e l' angolo BAC sarà la metà di DAG; ma NCB=CBA+BAC; BAC=ABC per via del triangolo isoscele: dunque l'angolo NCB è uguale all'angolo che formano i raggi visuali diretti ai due oggetti G e D dal punto A. Per rapportare quest' angolo sul piano si colloca l'una delle righe CN oppure CB sulla direzione che è data sul piano, e l' altra riga serve a tracciare la seconda direzione, ossia l'angolo dei due oggetti, DAG.

Il Maggiore dei Bersaglieri sig. Angelino ha ideato in questi ultimi tempi un miglioramento ingegnoso al sestante sovra descritto. Nello stromento da lui costrutto il sistema dei tre regoli è dotato, per mezzo di un *cursore*, di un movimento scorrevole lungo il regolo AB, od asse d'orientazione, in modo che un punto qualunque del medesimo può essere scelto ad arbitrio per origine degli angoli; questo regolo si adatta quindi sopra una piccola tavoletta a mano, in modo da poter prendere a volontà qualunque posizione sulla medesima senza cessare di essere aderente al piano del disegno. In tal modo il sestante grafico, rispetto a questa tavoletta portatile, adempisce all'ufficio dell'alidada nella tavoletta ordinaria, col vantaggio però di non esigere la stabilità dello stromento, essendo nel caso attuale l'*orientazione volante* sostituita all' *orientazione fissa*. Questo stromento che parteciperebbe di alcuni vantaggi della tavoletta portatile e del sestante ad un tempo, potrebbe, ove venisse dotato dei perfezionamenti di cui è tuttora suscettibile la sua costruzione, tornar assai utile nelle levate speditive, e prendere un posto distinto fra i principali stromenti di topografia militare.

§ 106. Uso del sestante graduato per le levate speditive.

Per ottenere la misura dell'angolo che formano fra loro due visuali condotte a due oggetti da un punto di stazione, si dirige dapprima una visuale ad uno degli oggetti lungo la linea di mira, la quale, nel sestante ad un solo specchio, viene determinata dal traguardo e dal filo opposto; quindi si fa girare lo specchio fino a che l'occhio scorga l' imagine del secondo oggetto nel piano della linea di mira anzidetta. Il numero dei gradi, che segnerà lo zero del nonio , sarà la misura dell' angolo osservato.

Giova qui avvertire che stante la spessezza dello specchio e della cornice metallica che lo contiene, non si possono osservare rigorosamente col sestante ad un solo specchio gli angoli molto acuti. Riesce però facile di ovviare a tale inconveniente, osservando l' angolo che fanno rispettivamente i due oggetti con un terzo convenientemente situato. La differenza fra questi sarà l'angolo acuto richiesto.

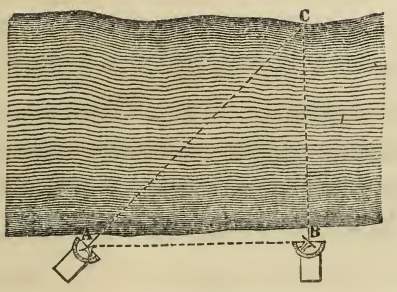
Il sestante graduato è , come vedesi, un goniometro , per mezzo del quale la levata speditiva si eseguisce colle stesse norme accennate per lo squadro graduato. Esso poi riesce di somma utilità nella determinazione dei punti principali di una rete speditiva, che dovesse precedere la levata di qualsiasi piano a vista, i cui particolari si eseguiscono appunto a vista secondo le norme che verranno date in seguito.

Quantunque col sestante non si ottengano gli angoli ridotti all'orizzonte, tuttavia si potranno considerare come tali in quelle levate speditive, in cui non si richieda una grande esattezza , e purchè le differenze di livello fra gli oggetti non siano notevoli.

L'uso del sestante ad un solo specchio , quando il terreno lo consenta, può agevolare la misura delle distanze inaccessibili, offrendo sufficiente approssimazione. Così volendo misurare la larghezza CB di un fiume (fig. 193) si mirerà , a piccolissima distanza dalla riva, l'allineamento AB, perpendicolare alla retta

CB: quindi si camminerà su quello, fino a che osservando col sestante da un punto A gli oggetti C e B, l'angolo risulti di

Fig. 193.



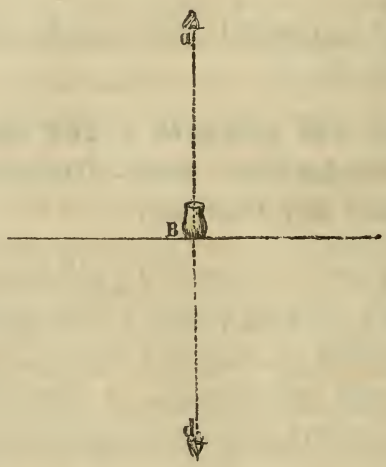
45°. Si misurerà la distanza AB, la quale sarà uguale alla larghezza CB del fiume.

§ 107. Uso del sestante a due specchi per la misura approssimativa delle distanze zenitali, e delle pendenze del terreno.

Il sestante graduato a due specchi è pur atto alla misura approssimativa delle distanze zenitali e degli angoli di elevazione o di depressione. Così se, essendo in mare, si volesse conoscere l'altezza di un astro sull'orizzonte, si mirerebbe direttamente all'orizzonte, e si farebbe muovere lo specchio fino a che l'immagine riflessa dell'astro coincidesse colla linea di mira: in questo caso l'indice darebbe l'altezza vera dell'astro sull'orizzonte; ma a terra sarebbe necessario impiegare un orizzonte artificiale. A questo riguardo, il signor Elia di Beaumont, membro dell'Istituto di Francia, indica un modo assai ingegnoso per ottenere le distanze zenitali col sestante. Ei si serve di un orizzonte artificiale determinato da una larga goccia di mercurio, rinchiusa in una piccola bottiglia di legno od in altro recipiente qualsiasi. L'uso ch'ei fa di questa goccia è fondato sul principio seguente: *allorchè si guarda la propria immagine in un liquido in riposo, il raggio visuale condotto dall'occhio alla sua immagine è esattamente verticale.* Non è necessario

che la superficie riflettente sia illuminata: essa può trovarsi in un sito oscurissimo, purchè riceva i raggi che deve riflettere. Eccone l'uso: si colloca a terra la bottiglia B (fig. 194) che contiene il mercurio, e si lascia riposare; si guarda dal collo della bottiglia se l'occhio non riceve che i raggi riflessi sulla parte centrale e piana del mercurio: la linea retta *a*B, secondo la quale l'occhio vede la propria immagine, è una linea verticale. Questo raggio visuale, perpendicolare all'orizzonte, diventa per conseguenza la verticale del luogo d'osservazione, a cui si riferisce la misura degli angoli.

Fig. 194.



Collocato il mercurio a terra, affinchè sia lontano il più possibile dall'occhio, col cannocchiale del sestante si mira nel mercurio l'immagine del punto del cannocchiale attraversato dal raggio visuale; in allora si è certi che quel punto è verticalmente al di sopra della sua immagine nel mercurio. Conducendo adunque l'immagine di un oggetto esteriore, p. e. della sommità di un campanile, in modo che si veda pure nel mercurio, e facendola coincidere coll'immagine del punto dello stromento ove passa il raggio visuale, si avrà all'indice del sestante la misura dell'angolo compreso fra la linea condotta alla sommità del campanile e la linea inferiore della verticale.

Il sig. Beaumont aggiunge ancora, che a poter chiaramente distinguere il punto della verticale nel mercurio, si può collocare sul lembo del sestante, dietro lo specchio fisso, un piccolo pezzo di carta bianca, traforato da una stretta fessura che corrisponda all'asse del cannocchiale dello stromento. Sulla superficie esteriore del piccolo pezzo di carta, è tracciata una linea nera, diretta perpendicolarmente al piano del circolo graduato, ed interrotta soltanto dalla piccola apertura, di cui si è fatto menzione. Collocato allora il sestante al di sopra del mercurio, ponendo il cannocchiale verticalmente, si scoprirà nel mercurio l'immagine riflessa della linea nera tracciata sulla carta, ed in tal guisa si sarà certi che il raggio visuale, condotto dall'immagine della linea predetta nel mercurio all'occhio, non può scostarsi dalla verticale di più della sua larghezza, e non di più dell'estensione dell'apertura praticata nella carta. Però la differenza cagionata da queste sorgenti d'errori puossi rendere, mediante cure ed attenzione, poco sensibile, cioè minore di un minuto.

Allorchè si è rinvenuta la linea verticale determinata dal raggio visuale, che parte dall'immagine della linea riflessa dal mercurio, non si ha che a far coincidere l'immagine di un oggetto qualunque riflesso sullo specchio mobile con quella della linea nera, per aver sopra il lembo dello stromento l'angolo compreso fra la verticale e la linea condotta dal centro dello stromento all'oggetto osservato; quest'angolo sarà il supplemento della distanza zenitale.

Il sig. Elia di Beaumont indica ancora il modo seguente per misurare col sestante le varie pendenze del terreno.

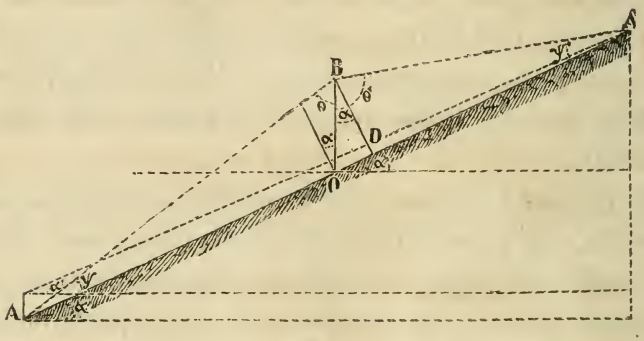
L'osservatore in B fissa a vista i due punti A ed A′ situati ad un dipresso alla stessa distanza dalla stazione (fig. 195), l'uno sopra la pendenza ascendente, e l'altro sopra la pendenza discendente; e mercè del sestante e dell'orizzonte artificiale, egli misura le inclinazioni dei raggi visuali diretti da quei due punti, sulla verticale BO del luogo di osservazione. Sieno θ e θ' le due inclinazioni ottenute; si chiami α quella della superficie AA′ coll'orizzonte; si

avrà sensibilmente $\alpha = \frac{\theta' - \theta}{2}$; imperocchè essendo BO perpendicolare all'orizzonte, e BD perpendicolare alla pendenza AA', si avrà l'angolo DBO$=\alpha$, e

$BOA' = \theta + \psi = 90 - \alpha$; e $BOA = \theta' + \psi' = 90 + \alpha$; donde $\alpha = \frac{\theta' - \theta}{2} + \frac{\psi' - \psi}{2}$.

L'altezza BD, esagerata nella figura relativamente alle distanze BA e BA', è in natura l'altezza di un uomo, cioè circa $1^m,50$ e gli angoli ψ' e ψ sono perciò sempre piccolissimi; dimodochè la metà della loro differenza ossia $\frac{\psi' - \psi}{2}$ potrà essere negletta senza

Fig. 195.



tema di errore sensibile; si potrà dunque stabilire con molta approssimazione $\alpha = \frac{\theta' - \theta}{2}$.

Qualora l'operazione si collocasse ad una delle estremità della pendenza, si potrebbe subito avere α, sottraendo 90° dall'angolo dato dall'istromento, potendosi trascurare la piccola differenza che passa tra α ed α', perchè minima è l'altezza dell'uomo in confronto dell'estensione della pendenza osservata.

SEZIONE QUARTA.

Di alcuni stromenti portatili.

Squadro di campagna. — Bussola di Burnier. — Livello a mano. — Cannocchiali portatili con micrometro. — Stadia a mano.

Fra gli stromenti portatili che possono tornar utili nelle levate de' piani speditivi, oltre a quelli già descritti, possonsi ancora annoverare i seguenti, siccome i più conosciuti, cioè:

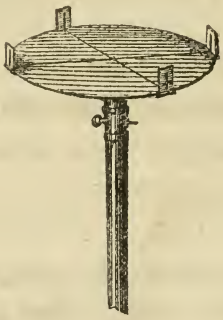
1° Lo squadro di campagna.
2° La bussola di Burnier.
3° Il livello a mano.
4° I cannocchiali portatili con micrometro.
2° La stadia a mano.

§ 108. Squadro di campagna.

In campagna si può costrurre con molta facilità uno stromento, detto *squadro di campagna*; il quale, per le levate speditive, fa le veci dello squadro agrimensorio. La sua costruzione è fondata sugli stessi principii di quest'ultimo. Si compone tale squadro di due regoli sottili lunghi da uno a due decimetri, incrociati ed incastrati l'uno nell'altro ad angolo retto, e fissi ad un'estremità di un bastone della lunghezza di un metro circa, aguzzo all' altra estremità che si conficca nel suolo. Lungo i medesimi regoli si faranno passare le visuali che si conducono ai singoli oggetti. Si verificherà se lo squadro così costrutto è esatto, cogli stessi metodi già accennati per lo squadro agrimensorio, e si aggiusteranno le due righe fino a che soddisfacciano alla condizione della perpendicolarità.

Un altro quadro più solido e più esatto che non il precedente, potrebbe venir costrutto, fissando sopra un circolo di ottone, o di legno, come nella figura 196, quattro traguardi

Fig. 196.

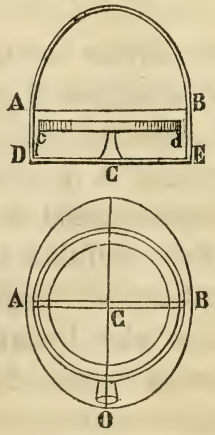


perpendicolari al circolo, e collocati in due direzioni ad angolo retto.

§ 109. Bussola di Burnier.

La Bussola portatile di Burnier si compone di una scatola cilindrica interiormente, ed elittica al di fuori ABDE, (fig. 197)

Fig. 197.



la quale ha un lembo graduato *cd* fisso sopra un ago calamitato e moventesi con esso in modo tale che l'angolo azimutale ossia l'angolo che forma una visuale col meridiano magnetico,

è dato dalla lettura della graduazione che trovasi nel piano stesso della bussola e che oscilla ugualmente dai due lati di quel piano. La linea di mira è determinata da due fili o traguardi situati in un piano perpendicolare al lembo dello stromento. Il lembo è una porzione di superficie cilindrica, sopra la quale sono tracciate le divisioni nel senso delle generatrici; tale disposizione permette all'osservatore di leggere direttamente l'angolo nello stesso tempo che dirige il piano di mira sopra l'oggetto. La bussola porta una lente, la quale ha per iscopo di facilitare la lettura della graduazione.

Questa bussola, quantunque molto ingegnosa, presenta tuttavia i due seguenti gravi inconvenienti, che sono nocivi alla sua esattezza, quando è tenuta soltanto colla mano:

1° Il lembo manca di stabilità per motivo del tremolio della mano stessa, la quale portata all'altezza dell'occhio si trova senza appoggio.

2° Il lembo, in ragione della inclinazione data involontariamente alla bussola, prova talvolta un fregamento contro le pareti della scatola, d'onde risulta una notevole alterazione nella lettura dell'angolo.

La levata speditiva con un tale stromento si opera secondo i principii dati all'articolo della bussola topografica.

§ 110. Livello a mano.

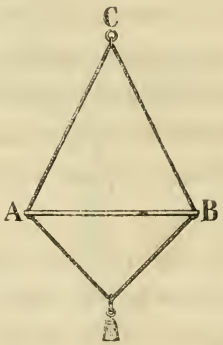
In campagna si potrà prontamente costrurre un livello a mano nel modo seguente:

Si prenda un regolo di legno forte AB (fig. 198) di 20 centimetri circa di lunghezza; e si attacchino alle sue estremità due cordoncini in modo da formare due triangoli isosceli, aventi il regolo sopradetto per base comune, come si vede nella figura.

Il vertice C di uno dei triangoli servirà di punto di sospensione, mentre un peso fissato al vertice dell'altro, determinerà

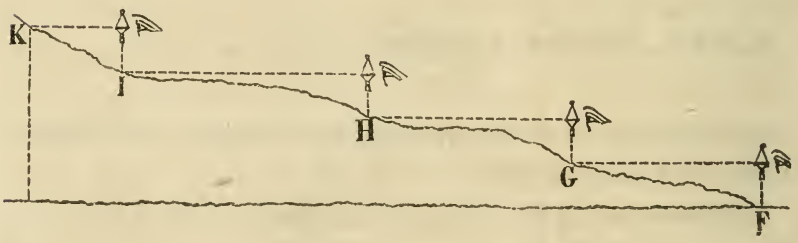
nello stato d'equilibrio l'orizzontalità della base AB che serve di linea di mira. Mercè d'un siffatto semplicissimo livello, si potrà

Fig. 198.



approssimativamente misurare l'inclinazione dei pendii, operando come segue. Pongasi di dover misurare il declive FK (fig. 199), cioè di cercare l'altezza del punto K sul punto F, dalla quale si deduce poi l'altezza per ogni 100 metri di salita, ovvero l'inclinazione del declive. Converrà anzitutto misurare l'altezza dello stromento sul suolo; quindi partendo dal piede F del declive e tenendo il livello colla mano destra, in guisa che il regolo AB sia orizzontale

Fig. 199.



ed all'altezza degli occhi, si osserverà a qual punto, per es. G, del terreno, corrisponde il raggio visuale diretto secondo il regolo o linea di mira AB; poscia trasportandosi in G, avendo cura di misurare a passi la distanza FG, si potrà, procedendo allo stesso modo, determinare un secondo punto H; e da que-

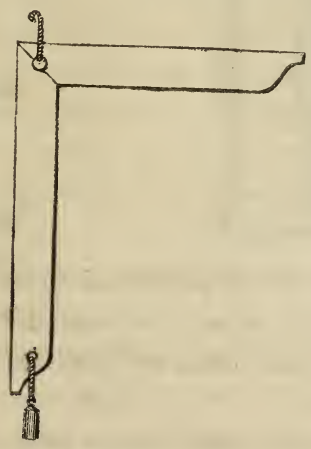
sto un terzo punto I; ed infine il punto K, misurando sempre a passi le distanze GH, HI, IK.

L'inclinazione di una stazione sull'altra sarà uguale al quoziente dell'altezza dello strumento sul suolo, per la distanza orizzontale fra le due stazioni; e siccome si è supposto un declive dolce, così si potranno assumere approssimativamente le distanze inclinate per la loro proiezione orizzontale.

Supposta ad esempio l'altezza dell'istromento di $1^m, 50$, e la distanza da F in G di 30 metri (avendo ridotti i passi in metri), si dirà che l'inclinazione del punto G su F è di $\frac{1,50}{30} = \frac{1}{20}$; cioè che andando da F verso G, ad ogni venti metri di distanza si sale di un metro. Così se la totale distanza da F in K è di 600 metri, ed il punto K è di 6 metri più alto di F, ossia di $1,50 \times 4$, l'inclinazione sarà di $\frac{6}{600} = \frac{1}{100}$, cioè dell'uno per cento.

Invece del regolo sovra indicato, si potrebbe far uso altresì

Fig. 200.



di una squadra di legno, la quale fosse tenuta sospesa con un filo, come si vede nella figura 200. Se all'estremità di questo filo si attaccherà un peso, egli è chiaro che quando un lato della squadra combacerà colla direzione del filo a piombo,

l'altro lato sarà orizzontale; onde quest'ultimo servirà di linea di mira per far passare i raggi visuali orizzontali.

Fra i livelli a mano si può citare quello a riflessione inventato dal signor Burel, il quale presenta diversi vantaggi:

1° La semplicità della sua costruzione;

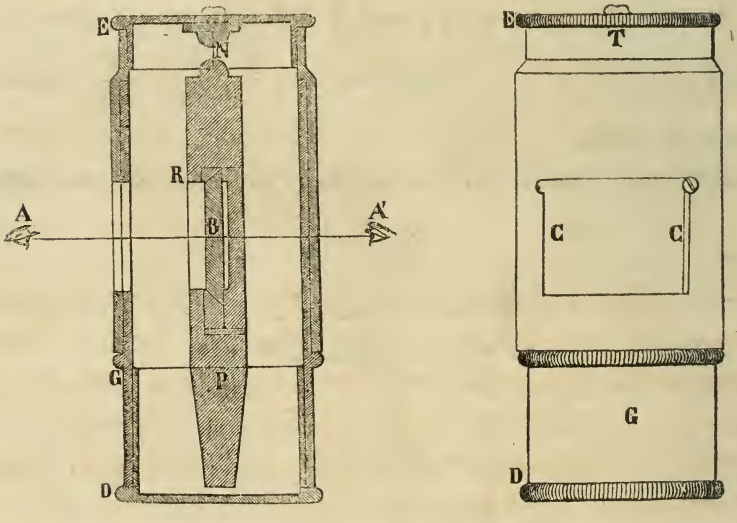
2° La lunghezza della sua linea di mira;

3° Il suo piccolo volume (proprietà preziosa nelle levate speditive), il quale consente all'operatore di essere sempre munito di tale stromento.

Questo livello è costrutto sul seguente principio:

L'occhio A (fig. 201) vede la sua immagine A' riflessa in uno

Fig. 201.



specchio verticale B, alla stessa distanza dietro questo specchio, A'B=AB; e lo specchio essendo verticale, la linea AA', la quale congiunge la pupilla dell'occhio con quella della sua immagine, è una linea orizzontale.

Lo stromento, il quale viene tenuto colla mano alla distesa del braccio, si compone di un piccolo pendolo P di metallo che porta un piccolo specchio B. Il pendolo si tiene naturalmente verticale perchè sospeso liberamente ad un semplice nastro N nella sua linea di mezzo. Un coperchio E adattato al

tubo T copre il livello e lo preserva dal vento. Questo tubo presenta un'apertura CC che corrisponde all'altezza dello specchio: quando non si fa uso dell' istromento si può chiudere quest'apertura facendo girare il tubo G. Un altro coperchio D chiude inferiormente il tubo stesso.

Questo livello ridotto alla sua più semplice costruzione, non conservando cioè che il pendolo P collo specchio B, ed il suo asse N di sospensione, riesce atto ad una livellazione approssimativa.

§ 111. Cannocchiali portatili con micrometro.

Vennero costrutti dei cannocchiali portatili con micrometro per la determinazione delle distanze. Però per far uso di questi stromenti è necessario conoscere, a varie distanze note, qual parte d'un oggetto, la cui altezza è conosciuta *a priori*, vien compresa dall'angolo visuale. Il principio è lo stesso di quello indicato per la stadia, se non che egli è difficile ottenere l'esatta distanza quando l'altezza dell'oggetto è cognita solo per approssimazione; onde la determinazione delle distanze con detti cannocchiali va soggetta ad errori talvolta considerevoli. Per altra parte è necessario, osservando con simili cannocchiali, avere un punto d'appoggio, per poter esattamente mirare l'oggetto in modo che non si alteri la parte compresa dall'angolo visuale.

Fra i cannocchiali portatili con micrometro prende un posto distinto quello inventato dal cav. Porro (*a*), e da lui chiamato *Telemetro* (fig. 202), il quale ha sugli altri cannocchiali di campagna i seguenti vantaggi:

1° La sua piccola lunghezza non maggiore di un decimetro; locchè lo rende tascabile.

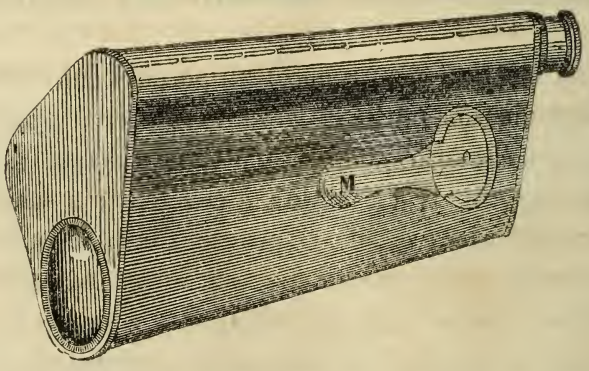
(*a*) Il cav. Porro Piemontese, già conosciuto per varie invenzioni e perfezionamenti da lui introdotti nelle arti meccaniche, è l'inventore del rinomato cannocchiale *Longue-vue Napoléon III*, atto pur anche, siccome il telemetro, alla misura delle distanze.

2° Il non esser soggetto a tiraggio di sorta, la qual cosa permette ad ogni istante di poter aggiustare il cannocchiale all'occhio con una sola mano, bastando di premere col pollice la manovella M, per trovare il punto della più nitida visione, senza aver bisogno di cercarlo a tentone come succede cogli altri cannocchiali.

L'oscillazione del cannocchiale è anche minore in seguito alla sua piccola lunghezza.

3° Per un'ingegnosa combinazione dei due principii della riflessione e refrazione, sui quali è fondata la costruzione di

Fig. 202.



questo stromento, esso produce assolutamente gli stessi effetti ottici di un cannocchiale ordinario, il quale avendo lo stesso campo dell'obbiettivo, sia quattro volte maggiore in lunghezza.

Il micrometro del cav. Porro si compone di 5 fili, come vedesi nella fig. 203. Mercè di questo, il cannocchiale acquista la

Fig. 203.

proprietà d'indicare le distanze allorchè si conosce la grandezza dell'oggetto che si osserva; oppure la grandezza degli oggetti quando se ne conosce la distanza dall'osservatore. L'intervallo *ab* è doppio dell'intervallo *cd* e quintuplo dell'intervallo *ef*.

Quando vuolsi valutare la distanza d'un oggetto, bisogna che, collimando a questo, si possa comprendere tra i fili *a* e *b*, o fra quelli *c* e *d*, od infine nell'intervallo *e f* un'altezza conosciuta.

La teoria dunque di questo stromento per la misura delle distanze non varia da quella della stadia. Nel micrometro i fili *a e b* sono disposti in modo da comprendere un intervallo di 1^m verticale per 100^m di distanza. E per conseguenza ad ugual distanza i fili *c* e *d* intercetteranno soltanto 0^m, 50; e facendo girare di 90 gradi il telemetro, i fili *e* ed *f* ne abbraccieranno soltanto 0^m,20. Onde una distanza cercata sarà uguale a tante volte cento metri quanti metri sembrano compresi fra i fili *a* e *b*; oppure tante volte duecento metri, quanti se ne scorgono fra i fili *c* e *d* od infine tante volte cinquecento metri quanti ne sono compresi fra i fili *e* ed *f*.

Fig. 204.

Sulla superficie dello stromento trovasi collocata una piccola figura (fig. 204), che indica il modo di valutare la distanza di un oggetto, il cui omologo si trova disegnato sulla figura stessa; e ciò si ottiene osservando qual parte dell'oggetto mirato comprendono i fili dell'uno o dell'altro dei tre intervalli micrometrici. Le parallele numerate indicano a sinistra l'altezza degli oggetti, ed a destra le distanze corrispondenti in metri.

Qualora si volesse far uso di questo stromento per le levate speditive si potrebbe impiegare, a vece degli oggetti disegnati nella figura, un'apposita stadia. Vuolsi però osservare che il telemetro del cav. Porro, ad onta della sua piccola lunghezza, va nonostante soggetto al medesimo inconveniente degli altri cannocchiali, vale a dire, che pel tremolio della mano non riesce possibile di fissar

bene l'oggetto; ciò che produce un errore nell'osservazione. Per diminuire tale errore, egli è necessario di render fisso il cannocchiale, mediante un succhiello ad un albero od in un altro modo, la qual cosa non riesce sempre fattibile.

Astrazione fatta da questo inconveniente, volendo esaminare i mezzi di poter valutare le distanze conoscendo *a priori* l'altezza dell'oggetto osservato e compreso dai fili, le ripetute esperienze hanno provato che per questo stromento, ed in generale per tutti i cannocchiali portatili con micrometro, la pratica non corrisponde alla teorica, poichè se quantunque s'incontrino sempre oggetti, la cui altezza è entro certi limiti conosciuta, come soldati, cavalli, ruote di cannoni, ecc., e che l'errore di qualche centimetro, od anche d'un decimetro nella valutazione dell'altezza mirata non influisca molto su quella della distanza entro il limite di 300^{m}, egli riesce però assai difficile di determinare l'altezza della parte dell'oggetto compreso fra i fili, al di là di questo limite, particolarmente poi allorquando si mirano oggetti che si trovano in movimento. In questo caso, cioè quando si tratta d'apprezzare distanze fra i 300 ed i 1000^{m} (distanze queste che occorre conoscere il più sovente in guerra), si ebbe luogo a rimarcare da ripetute esperienze che l'errore, anche fissando il cannocchiale, risulta assai grande per la difficoltà di poter distinguere precisamente i punti ove vanno a corrispondere tangenzialmente i fili, ed in allora un errore di qualche decimetro produce una considerevole differenza nella valutazione delle distanze.

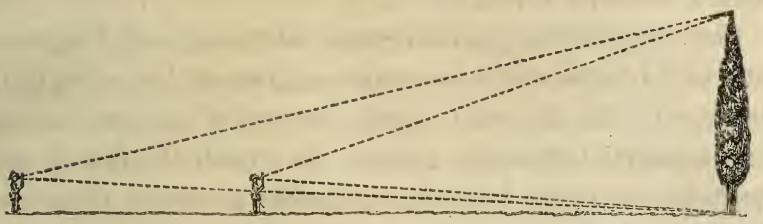
§ 112. Stadia a mano.

Un metodo semplicissimo per misurare approssimativamente le distanze, egli è quello di formare una scala particolare per caduno degli oggetti che meglio si distinguono in lontananza, quali sarebbero ad es. un campanile, una casa, un molino a vento, un olmo, una quercia, un uomo a cavallo od a piedi, ecc., e graduarla in ragione della lontananza stessa.

Si costruisce una scala siffatta sopra un piccolo regolo di legno esagonale o quadrato della lunghezza dai 17 ai 20 centitri, e dai 6 ai 10 millimetri di diametro, nel seguente modo: (*a*)

L'osservatore si colloca da principio alla distanza di 100 metri (fig. 205) da un oggetto di altezza cognita *a priori*, da un

Fig. 205.



pioppo, ad esempio, la cui altezza media è di 25 metri; e di fronte all'albero tenderà il braccio destro verso quella direzione, tenendo fra le dita il regolo suddetto verticale, e la mano pressochè all'altezza degli occhi: quindi ei chiuderà l'occhio sinistro, e mirerà contemporaneamente alle due estremità del pioppo, avvertendo di far passare uno dei raggi visuali tangenzialmente ad un'estremità del regolo, e segnerà coll'unghia del dito pollice il punto del regolo ove passa l'altro raggio visuale; scriverà 100 accanto a quel punto, e ripeterà la stessa operazione di 100 in 100 metri, sinchè l'occhio potrà discernere il pioppo per intero. In simil modo egli avrà formata la scala relativa a quell'albero, mercè la quale ogni qualvolta egli osserverà un pioppo in lontananza, gli sarà facile stimare quella distanza, mirando l'albero col regolo preparato, come testè si è detto, e notando sul regolo stesso la parte compresa nell'angolo visuale, il cui vertice sia l'occhio destro, ed i cui lati tendano l'uno alla sommità, l'altro al piede dell'albero: il numero che trovasi più prossimo al lato visuale inferiore o superiore (secondo che si sarà fatto passare una visuale all'estremità superiore od

---

(*a*) In mancanza di regolo vi si supplisce con una matita ovvero con un pezzo di legno ben dritto.

inferiore del regolo), darà approssimativamente la distanza dall'osservatore al pioppo.

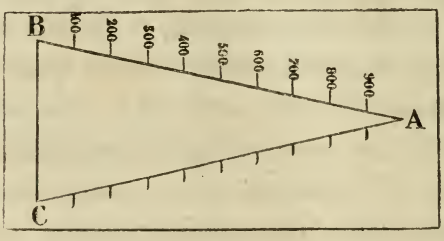
Sugli altri lati del regolo si potranno costrurre simili scale, relative però ad altri oggetti, la cui altezza *a priori* sia pur cognita, come ad esempio, un olmo, una quercia, la cui altezza media è di 13 metri, un uomo a cavallo $2^{m},50$; un uomo di statura ordinaria $1^{m},65$, ecc.

Giova avvertire che, operando con simile metodo, egli è necessario che il braccio destro sia sempre egualmente teso, affinchè la distanza fra l'occhio ed il regolo sia sempre la stessa; la qual cosa si otterrà facilmente, tenendo fra i denti il capo di uno spago fisso al regolo, e della lunghezza che ha servito a graduare il regolo nel primo esperimento.

Si potrebbe eziandio costrurre una simile scala sopra una lamina metallica, o sopra di un pezzo di cartone, avente la forma di un rettangolo di 12 centimetri di lunghezza per 6 di larghezza.

Vi si disegna un triangolo isoscele ABC di grandezza arbitraria (fig. 206); quindi si recide lo spazio di quel triangolo in

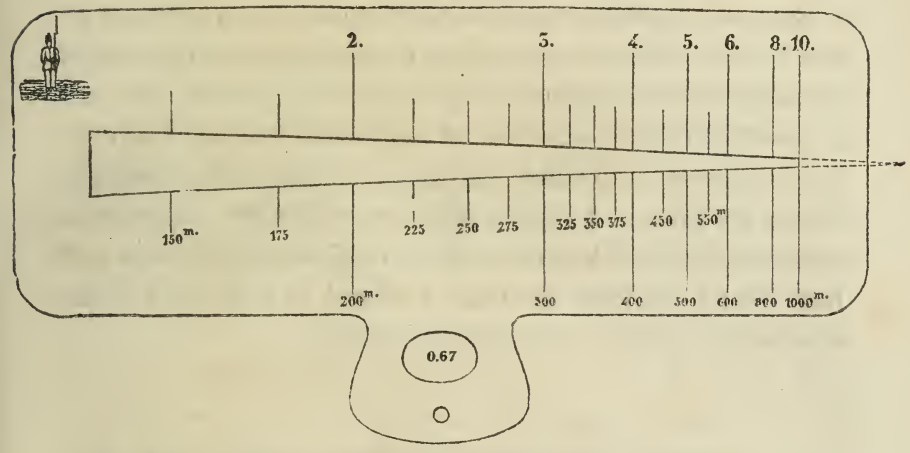
Fig. 206.



modo che rimangano interamente disegnati sul foglio i lati del medesimo. Fatto collocare un uomo alla distanza di 100 metri, si tenderà il braccio destro tenendo il foglio colla mano destra, in guisa che esso sia verticale, e si mirerà l'uomo attraverso il vacuo sino a che si scorga tutto compreso fra i due lati maggiori del triangolo: si segnerà allora 100 su quel punto, e si ripeterà l'operazione di 100 in 100 metri.

Riesce superfluo aggiungere maggiori spiegazioni sull'uso di una scala siffatta, essendo esso analogo a quello del regolo dianzi descritto. Le figure 207 e 208 offrono il modello di tale

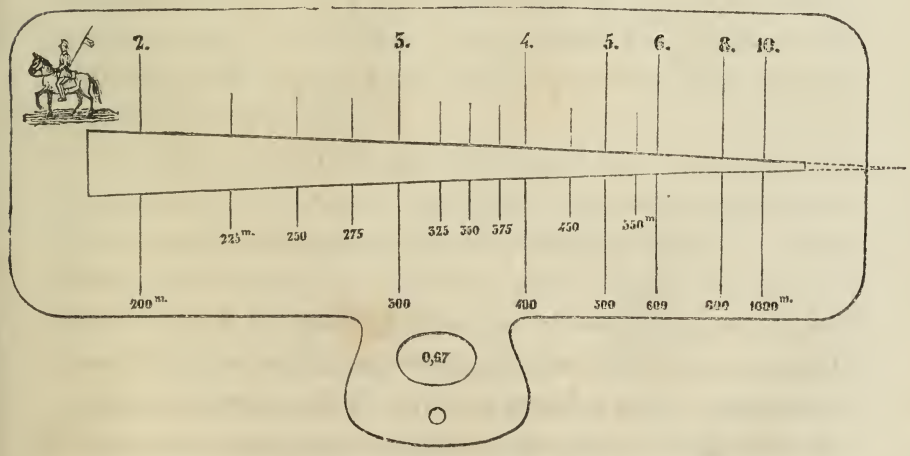
Fig. 207.



scala detta *stadia a mano*, nelle sue reali dimensioni e graduata in ragione dell'altezza d'un uomo a piedi od a cavallo.

Un triangolo isoscele allungato è praticato nel foglio metallico o di cartone.

Fig. 208.



Le divisioni tanto nella figura 207, atta per misurare le distanze, osservando un fante armato dell'altezza di $1^m,80$, quanto nella fig. 208 atta per misurare le distanze, osservando un

cavaliere montato dell'altezza di $2^m,50$, corrispondono ai punti ove vengono ad intercalarsi fra i lati del triangolo le altezze del fante e del cavaliere, alle distanze di 150, 175, 200, 225, ecc., sino a 1000 metri.

Entrambe lestadie sono state calcolate per essere collocate ad una distanza dall'occhio eguale a $0^m,67$. Uno spago o cordoncino di tal lunghezza sta congiunto ad ogni stadia all'oggetto di collocare lo stromento alla voluta distanza dall'occhio, tenendo l'un capo dello spago o cordoncino coi denti, e l'altro colla mano alla distesa del braccio. La figura disegnata sull'angolo superiore a sinistra del foglio in lamina metallica o di cartone, indica su qual base venne graduata la stadia a mano, se cioè per l'altezza d'un fante o se per quella d'un cavaliere.

SEZIONE QUINTA.

Levate a vista.

Definizione delle Levate a vista.—Divisione delle Levate a vista.
1° Levate percorrendo il terreno.
2° Levate stabiliendosi sopra un punto determinato.
3° Levate a memoria o per informazioni.
Ricognizioni topografiche con carta alla mano.

§ 113. Definizione delle Levate a vista.

Diconsi a *vista* le levate topografiche, quando si eseguiscono senza l'aiuto di stromenti; quelle cioè in cui le misure tanto degli angoli quanto delle distanze, nonchè le varie forme ed accidentalità del terreno, si apprezzano e si disegnano ad occhio nudo. Nel solo caso che se ne abbia il tempo, la misura delle principali distanze può essere fatta, per alcune levate a vista, col passo o coll'orologio.

Scorgesi facilmente da tale definizione come per bene eseguire queste levate ei sia sommamente necessario aver l'occhio ben esercitato a valutare le cose anzidette. Ora per acquistare questo esercizio, per rendere cioè l' occhio atto a surrogare con una tal quale giustezza gli stromenti, egli è evidente essere indispensabile una lunga pratica nelle levate dei piani regolari geometrici. Il voler giungere di botto alle levate a vista senza conoscere la pratica delle altre levate , egli è , salvo casi rari di intuizioni o talenti speciali, un voler pretendere di fare le cose difficili senza essere capaci di operare le più facili.

Vedesi adunque come non poche difficoltà debbansi incontrare nelle levate a vista, massime poi quando queste si debbono eseguire in uno spazio ristretto di tempo, siccome succede in guerra. L'ufficiale che avrà saputo acquistare una tale arte, potrà rendere per certo importanti servigi.

In generale prima di ricorrere ai mezzi che verranno additati per questo genere di levate, l'operatore dovrà fare indagini presso gli uffizi comunali o presso i particolari, di qualche carta o mappa, la quale valga a facilitargli l' eseguimento della sua missione. Talvolta un semplice schizzo, anche imperfetto, agevola di assai l'operazione, e può servire di scheletro della carta da formarsi.

§ 114. Divisione delle Levate a vista.

Le levate a vista possono dividersi in:

1° *Levate percorrendo il terreno che si vuol levare.*

2° *Levate stabiliendosi sopra un punto determinato.*

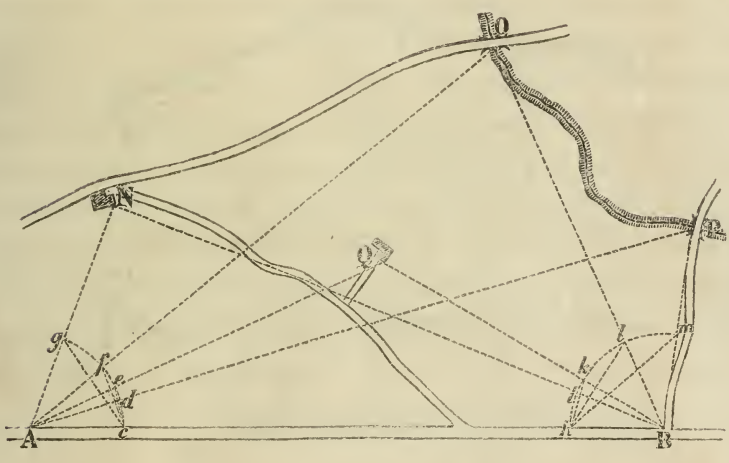
3° *Levate a memoria o per informazioni.*

Levate percorrendo il terreno che si vuol levare.

Questo metodo è il più semplice; esso consiste nel formare dapprima una rete topografica del terreno che devesi levare, misurando a tale effetto una base qualunque AB (fig. 209), dalle cui estremità si possano distinguere varii oggetti rimarchevoli. Quindi dai punti A e B, si misurerà nelle direzioni di N, O, P, Q, cioè sopra ognuno degli allineamenti condotti a vista dai punti A e B, una distanza ad esempio di 100 passi; ciascuna estremità di queste distanze di 100 passi è segnata dai punti *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i*, *k*, *l*, *m*. Si misureranno quindi le corde *cg*, *cf*, *ce*, *cd*, *hi*, *hk*, *hl*, *hm*: si avranno così varii triangoli, nei quali i tre lati sono conosciuti. Si costruiscano questi triangoli giusta la scala del piano e si prolunghino le direzioni A*d*, A*e*, A*f*, A*g*, sino al loro incontro con quelle B*i*, B*k*, B*l*, B*m*: si avranno determinati in simil guisa i punti N, O, P, Q. Da questi si continuerà collo stesso metodo. Si terrà nota di tutte le distanze

fra i varii oggetti, che si saranno misurate a passi, onde poterle rettificare nel disegnare il piano. Formata così la rete generale, partendo dai punti conosciuti e seguitando la direzione degli oggetti più rimarchevoli, come strade, canali, fiumi, torrenti, ecc., si noteranno, misurando a passi le distanze, tutte le

Fig. 209.



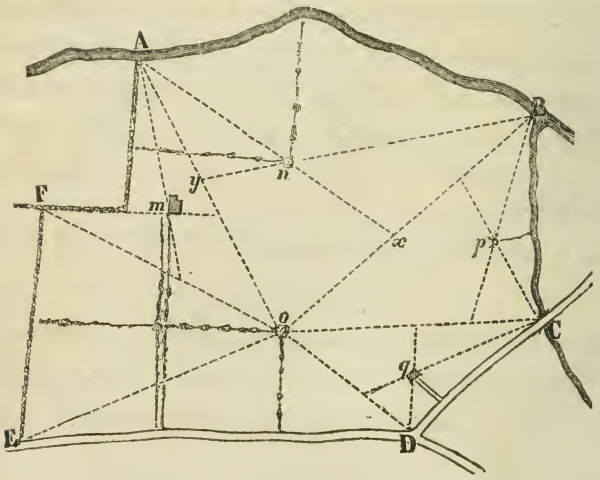
accidentalità che s'incontrano; si cercherà di riattaccarsi di mano in mano ai punti già determinati nella rete, e qualora si trovi qualche differenza al loro incontro, si compartirà l'errore proporzionalmente nella distanza intermedia, a meno che vi sia presunzione che l' errore sia accaduto in un determinato sito; nel qual caso si correggeranno le distanze in quello soltanto.

Per determinare con maggior esattezza i singoli oggetti si può far uso del metodo degli allineamenti. Siano conosciuti, ad esempio, i punti A, B, C, D, E, F, (fig. 210) ed un punto interno *o*. Se si vuol determinare il punto *n*, non si avrà da percorrere che la direzione B*o*, ed osservare il punto *x* di questa direzione che si trova sull'allineamento di A*n*; si misurerà la distanza B*x* e si condurrà la linea A*x*. Parimenti sulla direzione A*o*, si determinerà il punto *y* intersezione di A*o* con B*n* prolungato, e si misurerà la distanza A*y*. L' interseca-

zione delle rette Ax, e By segnerà la vera posizione del punto n. Così si procederebbe per altri punti.

Nelle levate a vista dovrà l'operatore cercare ogni mezzo onde conservare al disegno il più esattamente possibile la forma del paese che egli prende a levare.

Fig. 210.



Riesce meno utile talvolta una maggior precisione nelle distanzè di quello chè sia l'aspetto complessivo del disegno, purchè siano in esso ben notate quelle accidentalità che, offrendosi a prima vista all'occhio dell'osservatore, imprimono, per così dire, un aspetto suo proprio alle località. Si dovrà porre mente altresì, massime quando il tempo stringe, che non è mestieri, che tutte le parti di una levata a vista siano egualmente ed accuratamente eseguite; ma si dovrà di preferenza diligentare quelle che sono, per così dire, lo scopo della levata.

Così ad esempio, se si trattasse del passaggio di un fiume, si dovrebbero particolarmente esaminare le sponde di esso, il terreno che lo circonda, il letto, le strade che vi conducono, la loro natura ecc., e sarebbe meno opportuno lo estendersi in altri particolari, che non hanno relazione diretta coll'operazione che devesi eseguire.

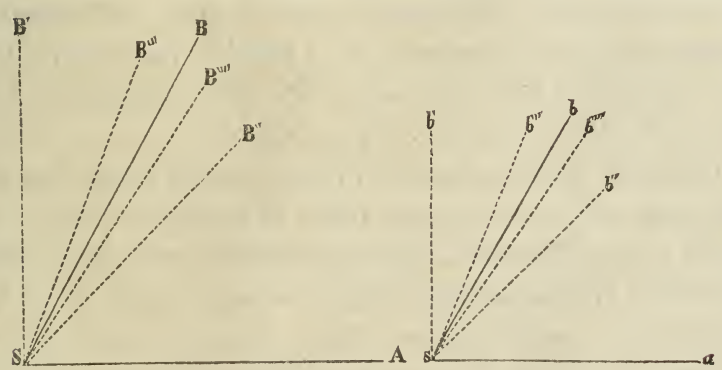
Per le levate a vista dei particolari si potranno soventissimo

e vantaggiosamente impiegare le soluzioni dei problemi descritti nell'articolo delle soluzioni geometriche pratiche, e segnatamente quelle relative alla misura delle distanze inaccessibili.

Oltre al metodo degli allineamenti, si potrebbe talvolta far uso del seguente, pel tracciamento degli angoli formati da lunghe direzioni.

Siano SA,SB, (fig. 211) le direzioni che si vogliono tracciare sulla carta; s'innalzi per mezzo dei metodi già insegnati la perpendicolare SB' e dividasi l'angolo retto in due parti uguali col tracciamento SB''; suddividasi quindi l'angolo B'SB'' in due parti eguali colla retta SB''', e poscia allo stesso modo l'angolo B''SB''' colla retta SB''''; si continuerà così a dividere l'angolo che comprende la retta SB sino a tanto che una delle divisioni cada su SB, o vicinissima ad essa; col mezzo poi di un compasso, facendo sulla carta il medesimo numero di suddivisioni, si verrà ad ottenere graficamente l'ampiezza dell'angolo ASB, con una sufficiente approssimazione.

Fig. 211.



Quest'operazione un po' lunga non potrà guari farsi nelle circostanze in cui il tempo è preziosissimo; egli è più sicuro e speditivo di misurare al passo i tre lati di un triangolo.

Nelle levate a vista percorrendo il terreno, se questo è coperto, si dovrà procedere per successive stazioni, cioè partire da un determinato punto, e camminare lungo una prestabilita dire-

zione, numerando i passi ed osservando gli oggetti che si presentano a destra ed a sinistra, i quali verranno immediatamente designati, giudicando a vista o misurando a passi la perpendicolare abbassata dall'oggetto laterale, sulla direzione anzidetta che si percorre, e designando infine a vista le varie forme del terreno.

Operando per successive stazioni, sarà necessario verificare il lavoro già fatto ogniqualvolta sarà possibile, vale a dire, unire fra loro tutte le direzioni che si seguiteranno con varie misure; locchè torna allo stesso che misurare i tre lati di un triangolo.

La principale cura in una levata a vista è di avere costantemente il piano orientato: i quattro punti cardinali segnati approssimativamente dai quattro lati della carta, sono i punti ai quali si riferiscono le direzioni di tutti gli oggetti che si vogliono rappresentare sul piano. Una piccola bussola tascabile potrà perciò riescir utile per orientarsi di quando in quando.

Levate stabiliendosi sopra un punto determinato.

Le levate a vista stabiliendosi sopra un punto determinato, vengono eseguite allorquando non è possibile percorrere il terreno, sia perchè questo è occupato dal nemico, sia perchè esso trovasi al di là d'un ostacolo insuperabile.

L'ufficiale abbandonato in tal caso ai proprii mezzi, nessun stromento egli ha se non una matita ed un foglio di carta, sul quale ei deve disegnare a vista e prontamente una determinata superficie. L'abitudine sola di levare a vista può guidarlo in tale operazione; nondimeno egli dovrà cercare di collocarsi in luogo elevato, dal quale possa ben distinguere il terreno di cui deve eseguire il disegno. Se non vi sono rialzi di terreno, salirà su qualche casa od albero. Comincierà dal notare i corsi di acqua o canali, avvertendo che dove vede, p. e., lunghe file di pioppi o di salici, d'ordinario queste fiancheggiano fossi o canali; che le strade per lo più si trovano fra i limiti di proprietà, le quali sono ordinariamente separate da siepi, e quindi dove gli

avvenga di scorgere siepi pressochè parallele, egli è quasi certo che colà si avrà una comunicazione che, secondo la natura del paese e l'ampiezza o il sistema delle coltivazioni, sarà o no praticabile ai carri ed all'artiglieria. Per riescire con qualche successo in queste levate a vista, egli è necessario di esercitarsi assai in tempo di pace, eseguendo simili disegni, e quindi percorrendo il terreno così disegnato, ed osservando quali errori si siano commessi. Questo esercizio è importantissimo, poichè accade ben spesso di dover in tempo di guerra eseguire di simili levate.

Il disegno delle levate a vista dovrà esser nitido per quanto è possibile; le accidentalità del suolo indicate con tratti caratteristici che diano immediatamente l'espressione del terreno. Se vi sono alture, si dovrà bene indicare il dominio relativo delle une sulle altre, poichè ciò importa moltissimo per il collocamento delle artiglierie. Saranno utili, matite di diversi colori onde differenziare le case, acque, strade, ecc., poichè ben sovente manca il tempo in simili casi di poter copiare il piano, e disegnarlo nel modo indicato pei piani speditivi.

Talvolta una levata a vista deve farsi in presenza del nemico: si tratta di conoscere la sua posizione, le strade che vi conducono, la forza di cui dispone, ecc. Generalmente queste operazioni entrano già nella parte che ragguarda le operazioni di guerra, per cui non è il caso di farne qui cenno; dirassi soltanto, che allorquando un uffiziale agli avamposti dovesse riconoscere la posizione del nemico, dovrà cercare di approssimarsi alla medesima il più che sia possibile inosservato; collocarsi in luogo favorevole, da cui si possa scorgere facilmente la località occupata dal nemico e quindi, coll'aiuto di un buon cannocchiale, osservare esattamente la disposizione delle truppe.

Un mezzo pronto per valutare con discreta approssimazione le distanze degli oggetti principali dal punto donde si eseguisce la levata, egli è quello di segnare sul foglio di carta gli angoli a vista, e quindi col pensiero descrivere archi di circolo con una delle lunghezze del terreno, e giudicare a vista di quanto risultano le varie direzioni in rapporto colla prima.

Levate a memoria o per informazioni.

3° Le levate a memoria sono quelle che accade talvolta di eseguire dopo aver percorso in fretta il terreno, oppure dietro informazioni avute, senza poterlo percorrere. In tal caso converrà adoperare la massima cura per bene accertarsi dell'esattezza di queste informazioni, e non ammetter se non quelle che ispirano la più grande fiducia.

Si costruiranno anzitutto dei triangoli coi lati eguali alle distanze itinerarie che saranno indicate dalle informazioni, e si compirà il dettaglio *a priori* giusta le stesse informazioni coll'intersecazione di due o tre archi di circolo, i cui raggi saranno le distanze tra gli oggetti già situati sul piano. Egli è con questo mezzo che si stabiliranno gli abitati, le case isolate, i corsi d'acqua, le strade, ecc. Le stesse informazioni additeranno i mezzi altresì per esprimere approssimativamente le forme del terreno. Giova avvertire che l'operatore dovrà andare provveduto d'una tabella di riduzione delle misure del paese in metri. Sarà anzi più esatto di far stimare queste misure in ore di marcia.

§ 115. Ricognizioni topografiche con carta alla mano.

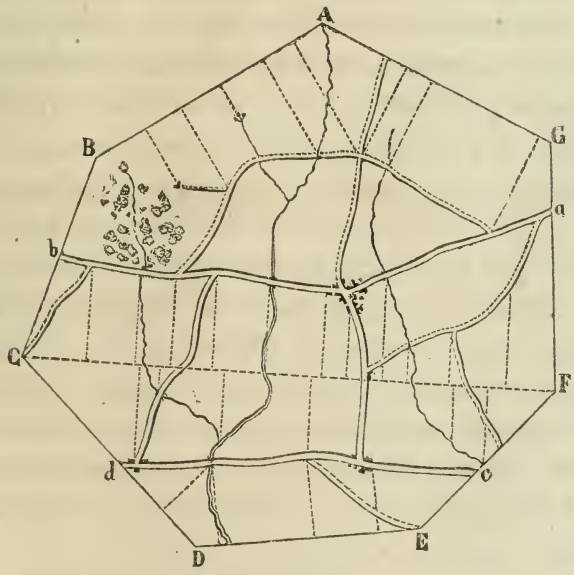
Fra le levate a vista possono altresì classificarsi le *ricognizioni topografiche con carta alla mano.*

Scopo di questi lavori quello egli è di riconoscere una data porzione di terreno colla carta alla mano, eseguendo sulla medesima le necessarie correzioni ed aggiunte, che vennero operate sulla superficie del suolo, dacchè la carta venne costrutta.

Allorquando sulla carta da riconoscere si trovano già indicate le direzioni delle strade, dei sentieri, dei fiumi, dei torrenti, dei ruscelli, ecc., in una parola lo scheletro, si comincierà la ricognizione, col notare i cambiamenti avvenuti nel volgere degli anni, da un punto qualsiasi, riconosciuto sullo stesso sche-

letro identico con quello del terreno, come ad esempio da un ponte, da un crocicchio di strade e quindi seguitando una direzione, ad esempio CF (fig. 212), che si traccerà sulla carta, si conteranno i passi fino ad un altro punto rimarchevole, osservando a destra e a sinistra della direzione che si percorre tutti gli oggetti che s'incontrano e che importa d'indicare e fissare sulla carta, come case, castelli, cappelle, fontane, pozzi, canali, molini, ecc. Se questi oggetti vi si trovano già indicati, si constaterà la loro esattezza; in caso contrario vi si collocheranno, e per ciò fare converrà, giunti a un dipresso all'altezza di questi oggetti, innalzare delle perpendicolari, e misurare quindi a passi le distanze che li separano dalla direzione che si seguita; e per mezzo di una scala, che si avrà avuto cura di costrurre a tale oggetto, si collocheranno sulla carta.

Fig. 212.



Camminando poi secondo un'altra direzione, si avrà cura di verificare, quando sarà possibile, se gli oggetti stati collocati sulla carta mentre si seguitava la precedente direzione, sono stati esattamente determinati e disegnati; vale a dire, s'innal-

zeranno nuove perpendicolari agli stessi oggetti, ciò che torna allo stesso che intersecar questi ultimi da punti diversi.

Per tal genere di lavori riesce assai vantaggiosa una piccola tavoletta quadrata di tre decimetri circa di lato, sulla quale si distende la parte del foglio che si vuol riconoscere. In un angolo di questa tavoletta sta fisso un ago calamitato, col quale si stabilisce l'orientamento del piano quando si operano le debite rettificazioni. Un bastone aguzzo ad un' estremità, che si conficca nel suolo, serve di sostegno a questa tavoletta, ed in pari tempo di *bastone da viaggio.*

Le norme principali che vengono date agli Ufficiali del Corpo Reale dello Stato Maggiore per le ricognizioni topografiche della Carta all' $\frac{1}{50000}$ la quale è oggigiorno in corso di pubblicazione, sono le seguenti:

1° Recandosi sul terreno, prima cura dell' operatore sarà quella d'informarsi presso le autorità locali, gl'ingegneri od altre persone, quali cambiamenti siano avvenuti nelle direzioni dei corsi d'acqua, quali fabbriche siano di recente costruzione, quali strade siano da poco tempo ultimate ecc. Se esistono piani che indichino queste innovazioni e variazioni, si riconosceranno tosto sulla faccia dei luoghi per constatarne l'esattezza, e quindi se ne riporterà la correzione sul foglio secondo la scala del piano.

2° D' ordinario la ricognizione si eseguirà per Comune, percorrendo da bel principio con una guida provetta il limite di esso e segnandolo sulla carta, oppure verificandolo, qualora fosse già stato ricavato dalle mappe. Se il Comune fosse molto esteso, si dividerà il lavoro in sezioni determinate da ostacoli e limiti naturali, onde riconoscerle successivamente e con ordine.

3.° Ad assicurare e controllare maggiormente le correzioni ed aggiunte eseguite, si annoteranno queste quotidianamente a modo d'indice sopra un registro speciale. Così, nel porre in netto il lavoro, si terrà sottocchio il registro, onde non avvengano dimenticanze.

4° Per segnare tutte le variazioni avvenute, si seguiteranno di preferenza le strade comunali più frequentate; e nei paesi di montagna quelle che corrono lungo i torrenti e le creste.

5° Si osserverà l'andamento generale delle deviazioni avvenute nel corso dei fiumi, delle riviere, dei torrenti, ecc. riferendo la curva di ogni svolta a punti fissi somministrati il più delle volte da case rimaste intatte lungo la sponda, calcolando la larghezza dell'acqua coi metodi speditivi. Si cancelleranno gli alvei antichi, di cui non rimane traccia, e si segneranno a punteggio quelli che sono tuttora appariscenti.

6° Si segneranno col tratteggio o colle curve orizzontali a vista tutti i movimenti, le forme e le accidentalità del terreno, non che gli incassamenti o rialzamenti che si osservano lungo i canali, i fiumi, le strade, ecc. che per avventura fossero stati dimenticati o non bene indicati sull'originale, esagerando leggermente, ove fia d'uopo, i tratti, per offrirne un'immagine bene appariscente. I limiti delle colture, delle foreste e dei siti intieramente incolti si segnano in massa, indicando nell'interno, con lettere iniziali, la loro natura. Nei paesi di montagna, si scriveranno tali lettere quando da una posizione elevata si abbraccia il complesso del terreno, proporzionando la frequenza delle lettere alla varietà della coltivazione.

7° L'operatore avrà cura d'indicare sul foglio il sito preciso delle chiese, cappelle e simili che si trovano nelle città, villaggi e borgate, ovvero isolate, come pure i molini, gli argini, i ponti e le loro specie, i ponti volanti e battelli per semplice varco, le pedanche e travate per i pedoni, le fontane più considerevoli, i guadi più in uso e più sicuri, e per ultimo le miniere e le cave.

8° Le città ed i villaggi che subirono notevoli cambiamenti si leveranno a passi in una scala più grande e quindi se ne farà la riduzione sul piano.

9° La direzione dei corsi d'acqua, tanto naturali quanto artificiali, verrà indicata con una freccia in nero avente la punta diretta nel senso del corso stesso.

10° Non sì tosto riconosciuto un comune, si avrà cura d'indicare il lavoro eseguito con una leggera tinta sul foglio che avrà servito di originale in campagna, variando le tinte per ogni comune; cosicchè terminata la ricognizione, il foglio indicherà in un modo sicuro il limite d'ogni comune e ne renderà il tracciamento sui fogli originali più facile. Il limite dei comuni, non che quello delle provincie e dello Stato, verrà segnato secondo le norme stabilite dai segni convenzionali (*Vedasi la tavola N° 1 dei modelli*).

11° Si scriveranno i nomi delle città, dei villaggi, dei casali, delle cascine, delle cappelle, degli edifizii, delle case isolate, dei corsi d'acqua, delle principali regioni, e si rettificheranno quelli che, già scritti sul piano, si trovassero per avventura alterati; avvertendo di notare più nomi quando ve ne abbiano diversi pel medesimo oggetto.

12° S'indicherà sul foglio, con segni particolari e colle debite annotazioni, il tracciamento delle strade o de' grandi lavori d'arte, la cui costruzione fu decretata, ovvero i relativi progetti furono ultimati.

13° Nella scelta delle guide si dovranno preferire i contadini vecchi, i cacciatori, le guardie campestri, i servienti di comunità, e generalmente quelle persone il cui genere di vita le chiama a percorrere il paese in tutti i sensi, o che per età e lungo soggiorno negli stessi luoghi devono avèr memoria delle cose antiche.

14° Non si dovranno mai fare correzioni od aggiunte dietro semplici rapporti; si prenderà però nota, per memoria soltanto, di tutti quei luoghi le cui indicazioni faranno presagire l'esistenza di cambiamenti avvenuti, segnatamente quando non è possibile recarvisi immediatamente. Così pure si dovranno riconoscere sulla faccia de'luoghi tutte le variazioni dedotte dalle mappe catastrali o da altri piani esistenti presso i Comuni, o presso i privati.

CAPO QUINTO

DELLA LIVELLAZIONE.

—

ARTICOLO PRIMO.

Principii generali sulla livellazione.

—

Oggetto di livellazione — Livello vero e livello apparente — Effetti della refrazione terrestre sulla differenza di livello.

—

§ 116. Oggetto della livellazione.

La meccanica insegna come una massa fluida, le cui molecole siano sollecitate da forze dirette verso un centro comune, siccome è l'azione della gravità, debba prendere la forma sferica, onde l'equilibrio possa sussistere; così succede per le acque del mare, le quali si dispongono secondo la forma sferica della terra. I varii punti di questa superficie in equilibrio ed egualmente distanti dal centro della terra, o di qualunque altra superficie simile e concentrica, diconsi *di livello* (*a*).

Se il globo terracqueo fosse perfettamente sferico, egli è chiaro, che tutti i punti presi sulla sua superficie sarebbero di livello, ossia ugualmente distanti dal centro della terra; ma siccome

---

(*a*) Quantunque la terra non sia esattamente sferica, tuttavia si può per le operazioni di topografia considerarla come tale senza tema di commettere errori sensibili.

si osservano in esso prominenze e depressioni, ne consegue che fra i varii punti della sua superficie, alcuni trovansi più o meno distanti dallo stesso centro, e per conseguenza fuori di livello, relativamente alla prima superficie.

Per quei piani topografici, i quali non esigono una rigorosa determinazione delle altezze, sono sufficienti le quote che si ottengono cogli eclimetri applicati ai varii stromenti topografici di cui si è discorso nella planimetria; ma quando vuolsi avere una livellazione perfetta e compiuta (siccome avviene per progetti di strade, di canali ecc., in cui importa grandemente di avere la massima precisione nelle altezze), in allora i mezzi precedentemente spiegati sono insufficienti, e si ricorre in tal caso ad altri più esatti che costituiscono la vera e rigorosa livellazione.

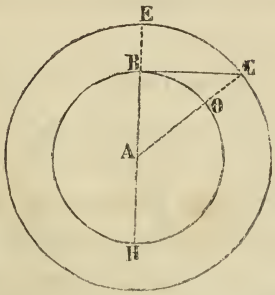
L'oggetto adunque del presente capo egli è quello di determinare con esattezza la differenza di livello fra due o più punti del terreno, per poter ottenere quindi l'altezza di detti punti al disopra del piano di paragone.

§ 117. Livello vero e livello apparente.

Linea di livello vero dicesi quella che ha tutti i suoi punti ugualmente distanti dal centro della terra: così B O H rappresentando il globo terracqueo col suo centro in A (fig. 213), la linea B O, che ha tutti i suoi punti ugualmente distanti dal centro A, dirassi *linea di livello vero*; alla stessa guisa si dirà che la linea E C è pure di livello vero, perchè tutti i punti della medesima sono egualmente distanti dal centro della terra. Generalmente, due o più punti sono di livello fra loro allorchè appartengono ad una superficie simile e concentrica a quella delle acque del mare, considerate nello stato di riposo perfetto. La distanza di un punto a quest'ultima superficie si misura nel senso della verticale condotta dal punto stesso, e si designa generalmente sotto il nome di *differenza di livello*, ed

in termini speciali sotto quelli di *altitudine* o di *depressione assoluta*, secondo che il punto è situato al di sopra od al di sotto del livello del mare. La differenza di livello fra due punti

Fig. 213.



esprime adunque la più corta distanza fra le due superficie di livello, sulla quale si trova rispettivamente ciascun punto. L'operazione, per mezzo della quale si viene a determinare questa distanza o differenza di livello, costituisce ciò che chiamasi *livellazione* od *altimetria*.

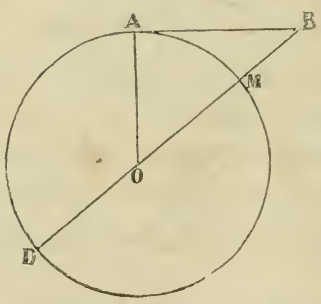
Nelle operazioni delicate si rapportano tutti i punti d'una livellazione ad un livello costante; egli è quello che tiene il mezzo fra la più alta e la più bassa marea alle epoche degli equinozii.

Il metodo più diretto e più semplice per determinare le differenze di livello è quello di rapportare le elevazioni e le depressioni degli oggetti a linee orizzontali. E siccome per una piccola estensione di superficie terrestre, le direzioni della gravità si possono considerare come parallele fra loro, così la differenza di livello fra due punti di quella superficie sarà la distanza verticale di uno dei punti, dal piano orizzontale che passa per l'altro punto.

Un raggio visuale orizzontale si chiama *linea di livello apparente*, perchè sembra in effetto, che tutti i punti di questa retta siano di livello fra loro, abbenchè ciò sia erroneo. La linea di livello apparente è tangente alla superficie della terra, epperciò perpendicolare al raggio condotto al punto di tangenza.

Se AB (fig. 214) è una linea di livello apparente, essa, nella sua estremità B, si troverà più distante dal centro O della terra, che il punto M del livello vero della quantità BM.

Fig. 214.



Quando la lunghezza di questa linea non oltrepassa 300 metri, essa si confonde sensibilmente con quella di livello vero, ossia la differenza fra le due linee è quasi insensibile; ma a maggior distanza di 300 metri tale differenza si fa sensibile, e fa d'uopo, per le livellazioni rigorose, tenerne conto nella valutazione delle altezze. Il valore di questa differenza viene somministrato dal teorema di geometria col quale si dimostra, che la tangente è media proporzionale fra la secante intera e la sua parte esterna, onde si avrebbe nel presente caso:

$$BD : AB :: AB : BM;$$

quindi $$BM = \frac{\overline{AB}^2}{BD};$$

ossia $$BM = \frac{\overline{AB}^2}{MD + BM}$$

e $$\overline{BM}^2 + MD \times BM = \overline{AB}^2.$$

Per calcolare rigorosamente BM, bisognerebbe risolvere una equazione di 2° grado; ma se si osserva che l'altezza BM è sempre minima, in confronto del diametro MD della terra, così la formola precedente potrà senza errore sensibile essere ridotta a $BM=\frac{\overline{AB}^2}{DM}$, e facendo per abbreviazioni $BM=h$, $AB=a$, si avrà (1) $h=\frac{a^2}{2R}$, designando con R il raggio della terra. Per un'altezza h' e per una distanza orizzontale a', si avrebbe pure, $h'=\frac{a'^2}{2R}$; donde si trarrebbe la proporzione $h:h'::a^2:a'^2$, vale a dire che le *differenze fra il livello vero ed il livello apparente sono proporzionali ai quadrati delle distanze.*

Con tale formola si ha dunque il mezzo di poter calcolare l'altezza del livello apparente sul vero. Questa sarebbe uguale a $0^m,079$, per una distanza orizzontale di 1000^m.

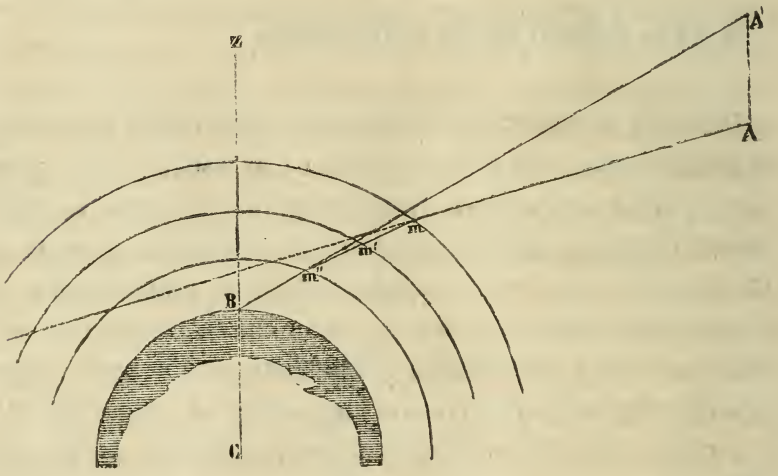
§ 118. Effetti della refrazione.

Oltre alla differenza fra il livello vero ed il livello apparente, fa mestieri pur anche di osservare se si debba o non tener conto dell'errore prodotto dalla refrazione terrestre, la quale ad una distanza alquanto considerevole, innalzando il punto di mira, quello cioè verso il quale si dirige il raggio visuale, fa sì che questo appare più alto di quello che realmente non sia; onde un errore nella valutazione dell'altezza. Un breve cenno su questo fenomeno non riescirà inopportuno in questo articolo.

I raggi della luce variano di direzione allorchè essi passano obliquamente da un mezzo in un altro, la cui densità sia diversa; ad esempio dall'aria nell'acqua, o dal vetro nell'acqua, ecc. Questo effetto si chiama *refrazione.* Il raggio si rifrange, vale a dire si avvicina o si allontana dalla normale alla superficie comune dei due mezzi, secondo che esso passa dal mezzo più raro al più denso, o viceversa dal più denso al più raro.

L'angolo di refrazione è minore o maggiore dell'angolo d'incidenza, secondo che il corpo trasparente è più o meno denso del mezzo attraversato prima dal raggio luminoso. Però il raggio incidente ed il raggio refratto sono compresi nello stesso piano normale alla superficie comune dei due mezzi. Questo è quanto succede ad un raggio luminoso attraversante l'atmosfera, i cui strati hanno una densità diversa. Il raggio luminoso passando adunque successivamente da un mezzo ad un altro più denso, si rifrange e si avvicina costantemente alla normale; succederanno in tal modo altrettante leggiere deviazioni, quanti saranno gli strati attraversati, ed infine l'occhio riceverà la sensazione dell'ultima direzione; nè potrà avere sensazione alcuna delle antecedenti, e vedrà per conseguenza l'oggetto da cui parte quel raggio più alto di quello che realmente non sia. Così un raggio luminoso partendo dall'oggetto A (fig. 215), attraversando i diversi strati dell'atmosfera, invece di proseguire il suo cam-

Fig. 215.



mino in linea retta, si rifrangerà in *m*, *m'* *m''*, e l'occhio in B, situato sul globo, riceverà la sensazione dell'ultima direzione, e vedrà l'oggetto in A' sul prolungamento della medesima, e l'oggetto stesso sembrerà per conseguenza più alto della quantità AA'. La refrazione adunque è un piegamento dei raggi della

luce, in virtù della quale si vedono gli oggetti alquanto più alti di ciò che essi realmente non siano. La refrazione succede sempre in un piano verticale, e quanto più il raggio luminoso si allontana dalla normale o verticale, tanto maggiore sarà la refrazione; perciò nulla sarà allo zenit e massima all'orizzonte.

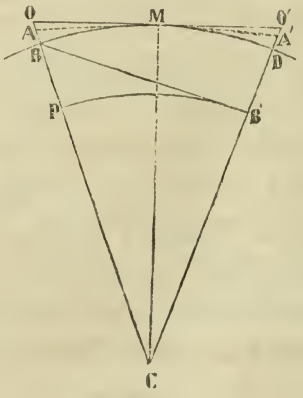
La refrazione va soggetta a variare nello stesso paese, non solo di stagione in stagione, ma ancora dal giorno alla notte, e persino da un'ora all'altra. La causa di tutte queste variazioni è sempre la stessa, cioè la costituzione dell'aria atmosferica che è sottoposta a continue vicissitudini. Il caldo, il freddo, l' umido producono alterazioni incessanti nella densità dell'atmosfera: il calore dilata e rarefà l'aria; il freddo e l' umido la condensano. Sono perciò maggiori le refrazioni lungo la notte che lungo il giorno, nell'inverno più che nella state, nei climi umidi più che negli asciutti. Vi è pure un'altra causa dell'ineguaglianza fra le varie refrazioni, ed è la diversa elevazione del suolo; imperocchè quanto è più alto il sito d'osservazione, tanto meno strada fa il raggio per arrivarvi, e le refrazioni sono per conseguenza minori.

A brevi distanze la refrazione è assai lieve; alla distanza di 600 metri, qualunque possa essere la natura del suolo, essa è insensibile; per la qual cosa non se ne tien conto nelle operazioni di livellazioni topografiche, nelle quali le distanze orizzontali fra i punti di altezza diversa non oltrepassano d'ordinario 300^{m}.

Vuolsi pertanto avvertire che collocando lo stromento a un dipresso ad uguale distanza dei due punti, tra i quali si cerca la differenza di livello, si eviterà l'errore di refrazione, e la correzione dovuta alla differenza fra il livello vero ed il livello apparente. Di fatto se nel determinare la differenza di livello fra i punti B e B' si colloca lo stromento in modo che MO (fig. 216), linea di livello apparente verso B, sia uguale a MO', linea di livello apparente verso B'; i punti O ed O', apparenti dei due altri punti di mira A ed A', saranno necessariamente ad eguale distanza dal centro C della terra; ossia saranno di livello, e perciò l'effetto della refrazione, come pur anche l' altezza del livello apparente sul vero nel punto O, saranno

rispettivamente le stesse che in O'. Ciò posto, se AO=A'O' , la differenza di livello fra i due punti B e B', cioè DB', verrà rappresentata da O'B'— OB=A'B'—AB ; cioè l' aumento O'A', ovvero OA dovuto alla refrazione, e la differenza A'D=AB fra

Fig. 216.



il livello apparente ed il livello vero , essendo rispettivamente uguali per i due punti di mira, non avranno influenza di sorta nella determinazione della differenza di livello fra i due punti stessi.

ARTICOLO SECONDO.

Stromenti impiegati nella Livellazione.

Che cosa sia un livello. — Livello ad acqua. — Livello a bolla d'aria — Livello a cannocchiale. —Descrizione della mira.

---

§ 119. Che cosa sia un livello.

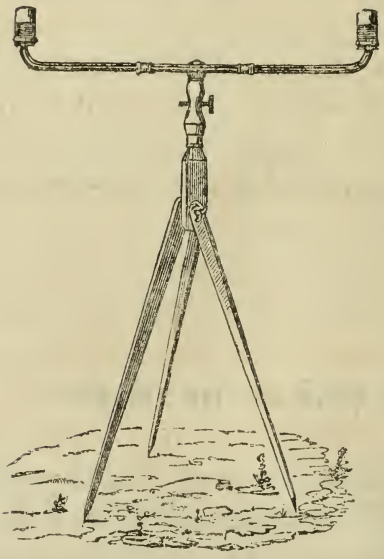
Si disse nell'articolo precedente, come il metodo più diretto e più semplice per determinare le differenze di livello, sia quello di rapportare le elevazioni e le depressioni dei punti a linee orizzontali. Tali linee vengono somministrate, nelle livellazioni topografiche, o per mezzo di un raggio visuale radente la superficie di un liquido in equilibrio, ovvero per via di una linea parallela all'asse di un tubo cilindrico, disposto orizzontale mercè d'una bolla d'aria (*Vedasi il livello a bolla d'aria*, § 82). Ogni stromento che offre una linea orizzontale chiamasi *livello*. Se ne distinguono generalmente di due specie, secondo che la linea orizzontale è data dal liquido, o dalla bolla d'aria: il primo dicesi *livello ad acqua*, ed il secondo *livello a bolla d'aria* (*a*).

(*a*) Si potrebbe ancora annoverare fra i livelli quello *a perpendicolo* (fig. 217 bis), il quale si compone di due regoli uguali CD, CE, e di un terzo DE che li unisce in modo da formare un triangolo isoscele. Un filo CP portante un peso alla sua estremità è attaccato al vertice C. Le due righe CD e CE sono prolungate di una eguale quantità DM e EN.

§ 120. Del livello ad acqua.

Il livello ad acqua si compone di un sifone di metallo (fig. 217), lungo circa un metro, e del diametro di circa due centimetri.

Fig. 217.

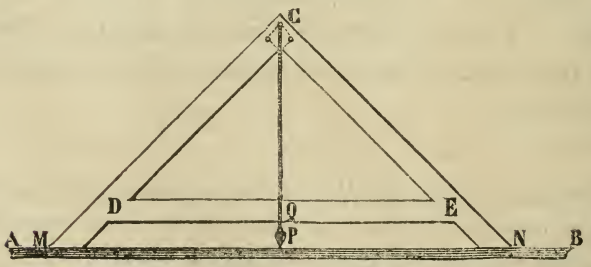


Alle sue estremità, incurvate ad angolo retto, vengono collocati due tubi di vetro ben trasparente, o bicchieri, del diametro

---

Ben si comprende che ogni qualvolta, collocato il livello sopra un piano, il filo a piombo cadrà in Q nel mezzo di DE, questa linea sarà orizzontale, ed orizzontale sarà pure la linea AB, sulla quale posa il livello.

Fig. 217 bis.



Questo livello però non è guari usato nelle livellazioni topografiche; esso serve d'ordinario a disporre un piano orizzontale, ed appunto di tal livello

d'ordinario di 0^m, 05, ed il cui asse è perpendicolare alla linea che unisce le due estremità del sifone. Alla metà di quest' ultimo sta annesso un manico vuoto, entro il quale si può inserire un bastone di squadro o meglio un treppiede come appoggio dello stromento.

Per servirsi di questo livello, si colloca sul suo bastone o sul treppiede in modo che il sifone sia approssimativamente orizzontale, e si versa in uno dei bicchieri dell'acqua, sino a che questa salga circa alla metà od ai due terzi di ambi i bicchieri. Per la proprietà che hanno i liquidi di disporsi in equilibrio, le due superficie superiori dell'acqua determineranno, nello stato di riposo, un piano orizzontale.

Dirigendo delle visuali tangenti alla superficie dell' acqua o per meglio dire, delle tangenti alle circonferenze oscure che appariscono all'esterno dei due tubi di vetro, queste visuali saranno tante linee di livello; e se si fa girare il livello sul suo perno, tutte le visuali che si condurranno nel modo suddetto, si troveranno nello stesso piano orizzontale.

Volendo trasportare lo stromento da una stazione all'altra, si chiuderà il sifone con un'apposita vite. Ricollocandosi in stazione e dopo di aver diretto il livello sul punto di mira, si perverrà a diminuire il movimento della colonna acquea, turando dolcemente col palmo della mano uno dei bicchieri.

Conviene avvertire che per operare con una certa esattezza con questo livello, non si devono condurre linee orizzontali a distanze maggiori di 30 o 40 metri.

---

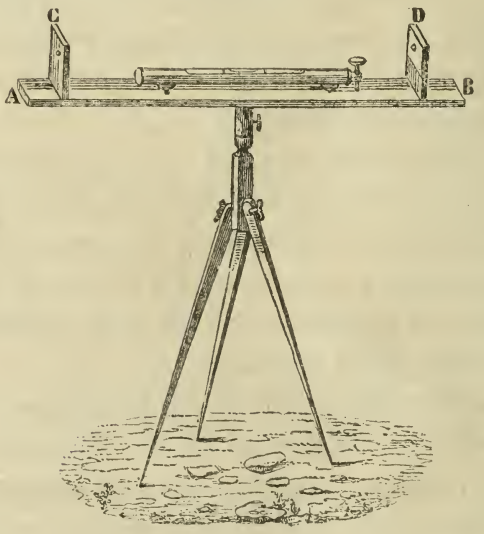
fanno uso i muratori per collocare nelle fabbriche i materiali a strati orizzontali. Egli è per questa ragione che vien pure detto *livello da muratore*.

Per verificare se un livello a perpendicolo è esatto, si colloca il medesimo sopra un regolo AB ben diritto, dopo aver verificato se l' intaglio Q è precisamente sulla metà di DE. Se in tale posizione il filo a piombo non coincide perfettamente coll'intaglio Q, s'innalza o si abbassa una delle estremità del regolo AB fino alla perfetta coincidenza. Si eseguisce poscia il rivolgimento del livello in modo che il piede M venga verso B ed N verso A; se il filo a piombo copre precisamente l'intaglio Q, il livello è esatto; in caso contrario converrà farlo correggere dal macchinista.

§ 121. Del livello a bolla d'aria.

Il livello a bolla d'aria per le livellazioni si compone di un livello propriamente detto a bolla d'aria, fisso sopra un regolo AB (fig. 218). Questo regolo porta due traguardi C e D, la cui direzione, che serve di linea di mira, debb'essere orizzontale quando la bolla d'aria occupa il mezzo del livello rettificato.

Fig. 218.



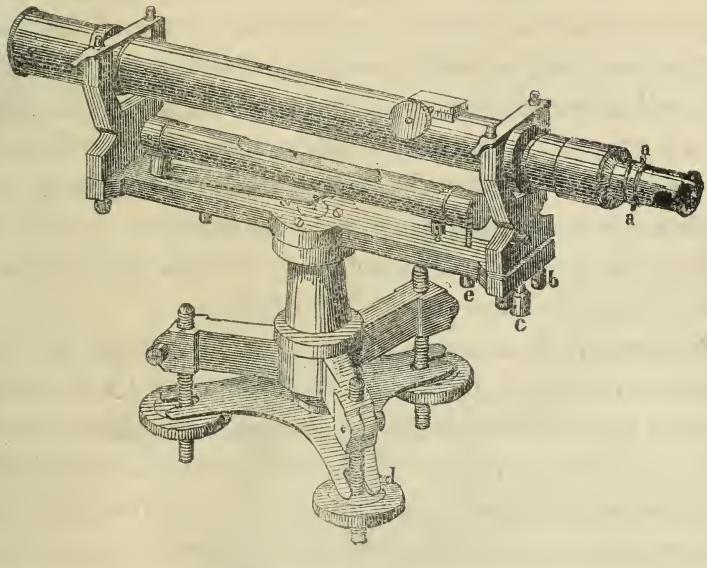
Si verifica se ciò ha luogo osservando su qual punto va a cadere la linea di mira diretta da C in D, allorchè il livello è orizzontale. Si rivolge quindi lo stromento e si osserva se la nuova linea di mira che parte da D verso C va a colpire lo stesso oggetto. Se ciò non succede, egli è evidente che la linea di mira è inclinata all'orizzonte. Si corregge l'errore abbassando od innalzando uno dei traguardi C oppure D, finchè si ottenga una linea orizzontale, cioè parallela al livello.

Livello a cannocchiale.

Oggigiorno i livelli a bolla d'aria vanno d'ordinario muniti di cannocchiale a vece di traguardi. La loro costruzione varia dall'uno all'altro ; i migliori ed i più moderni però si compon-

gono di un cannocchiale (fig. 219) munito di micrometro e sostenuto da una colonna o perno, in modo che può fare il giro dell'orizzonte attorno al medesimo. Sotto il cannocchiale sta collocato un livello a bolla d'aria, fisso al piano di rotazione.

Fig. 219.



Il perno è sostenuto da tre viti *d* che poggiano sopra un treppiede.

Egli è agevole comprendere da questa semplice descrizione, che la linea orizzontale verrà determinata in questo stromento dall'asse ottico del cannocchiale, il quale dovrà perciò essere parallelo al livello, e contemporaneamente pur anche parallelo alla linea dei sostegni, sulla quale poggia il cannocchiale. Per ottenere queste condizioni è necessario:

1° *Che il livello abbia i suoi piedi di eguale altezza, cioè che il piano sul quale poggia, sia orizzontale quando la bolla d'aria è nel mezzo del tubo.*

2° *Che la linea dei sostegni, sulla quale poggia il cannocchiale, sia parallela al livello, cioè che i sostegni siano di eguale altezza.*

3° *Che l'asse ottico sia parallelo al livello.*

1ª *Verificazione. Il livello deve avere i suoi piedi di eguale altezza.*

Si procede a questa verificazione conducendo la bolla d' aria alla metà del tubo col mezzo delle viti *d* che sostengono i piedi dello stromento; si fa quindi descrivere al piano di rotazione una mezza circonferenza attorno al perno. Se la bolla d'aria nella nuova posizione del livello si mantiene nel mezzo del tubo, egli è segno che i piedi del livello sono di eguale altezza, cioè che il piano sul quale poggia quest'ultimo è orizzontale: in caso contrario si opererà la relativa correzione, metà colle predette viti dei piedi, e metà colla vite *e*, mercè della quale s' innalza o si abbassa una delle estremità del tubo del livello.

2ª *Verificazione. La linea dei sostegni, sulla quale poggia il cannocchiale, dev'essere parallela al livello.*

Per ottenere il parallelismo della linea dei sostegni del cannocchiale col livello, si osserverà alla distanza di 150 o di 200 metri un punto all'intersezione dei fili, dopo aver disposto il livello orizzontale. Si capovolgerà quindi il cannocchiale, e si ricondurrà l'oculare nella primitiva posizione, facendo perciò descrivere allo stromento una mezza circonferenza. Se in questa nuova posizione non si scorgerà più lo stesso oggetto all' incrocicchio dei fili, sarà manifesto che la linea dei sostegni non è parallela al livello. Si opera la correzione a tastone col mezzo delle viti *c* e *b*, mercè delle quali s'innalza o si abbassa uno dei sostegni, sino a che nelle due posizioni del cannocchiale si scorga sempre lo stesso oggetto.

3ª *Verificazione. L'asse ottico dev'essere parallelo al livello.*

Per rendere l'asse ottico parallelo al livello, cioè ch'esso descriva un piano orizzontale in tutto il giro dell' orizzonte, si osserverà un oggetto all'intersezione dei fili, ed a conveniente distanza. Quindi, fermi rimanendo i piedi del sostegno, si farà girare colla mano il cannocchiale attorno al proprio asse, finchè la sua superficie cilindrica abbia descritto una mezza circonferenza. Se dirigendo di nuovo la visuale non si vedrà più lo stesso oggetto all'incrocicchio dei fili, è segno che l' asse ottico è

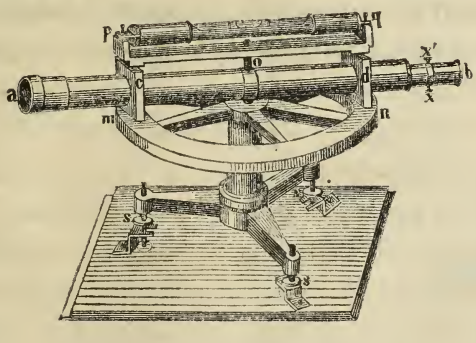
inclinato per rispetto alla linea dei sostegni, e per conseguenza farà un angolo colla linea del livello.

Si otterrà il parallelismo dell'asse ottico col livello, operando la correzione a tastone col mezzo delle viti *a*, mercè delle quali s'innalza o si abbassa il centro del micrometro; e ciò sino a che nelle due posizioni del cannocchiale si scorga sempre lo stesso oggetto.

Lo stromento essendo rettificato, si otterrà l'orizzontalità del piano di mira, disponendo il livello a bolla d'aria orizzontale in due direzioni perpendicolari l'una all'altra.

In alcuni livelli a cannocchiale, il livello a bolla d'aria *pq* (fig. 220) sta collocato sulla parte superiore del cannocchiale;

Fig. 220.



e quest'ultimo va munito di due orecchioni *c* e *d* in modo da poter fare il giro dell'orizzonte sopra un circolo d'ottone *mn*. L'inconveniente che presenta questo stromento è quello prodotto dalle lievi asperità che si possono trovare sul circolo *mn*, le quali fanno perciò alterare l'orizzontalità dell'asse ottico. Non se ne consiglia perciò l'uso nelle livellazioni assai rigorose.

Le verificazioni a farsi a tale stromento sono:

1° *Il livello a bolla d'aria deve avere i suoi piedi di eguale altezza.*

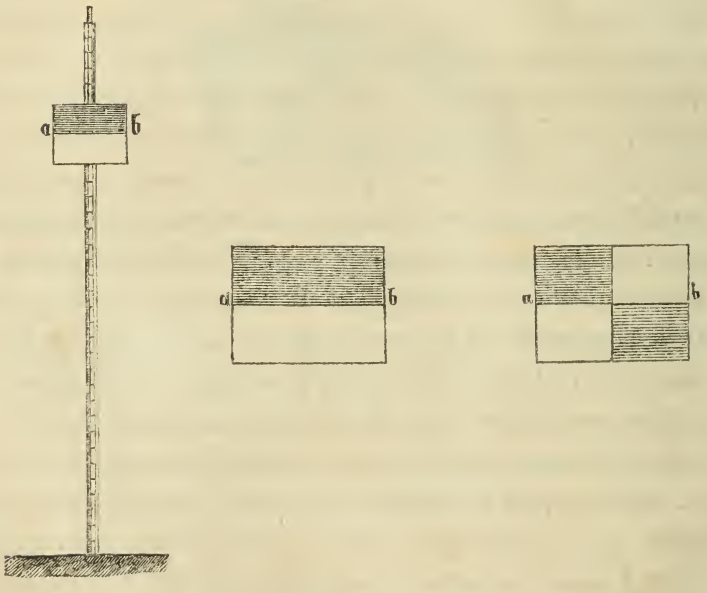
2° *L'asse ottico dev'essere parallelo al livello.*

Queste due verificazioni e le relative correzioni si fanno in modo analogo a quelle indicate pel livello a cannocchiale moderno.

§ 122. Descrizione della mira.

Per poter apprezzare l'altezza del punto ove va a colpire la linea orizzontale data da un livello, si fa uso della *mira*. Questa è composta d' un regolo ben diritto, ordinariamente di forma ottagonale, della lunghezza di tre o quattro metri, diviso in decimetri e centimetri, e che si può scomporre in due pezzi eguali, onde renderlo più facile al trasporto. Quando si deve far uso della mira si uniscono fra loro i due pezzi mediante una vite. Lungo il regolo scorre a volontà un rettangolo *ab* di legno sottile o di latta, chiamato *scopo* (voyant) (fig. 221). Questo rettangolo ha d'ordinario $0^m,20$ circa di larghezza e $0^m,15$ d'altezza; è diviso in due scompartimenti di color diverso, bianco e nero, o bianco e rosso mediante una linea parallela al maggior lato, ovvero in quattro mediante due linee parallele ai due lati, come vedesi nella seguente figura.

Fig. 221.



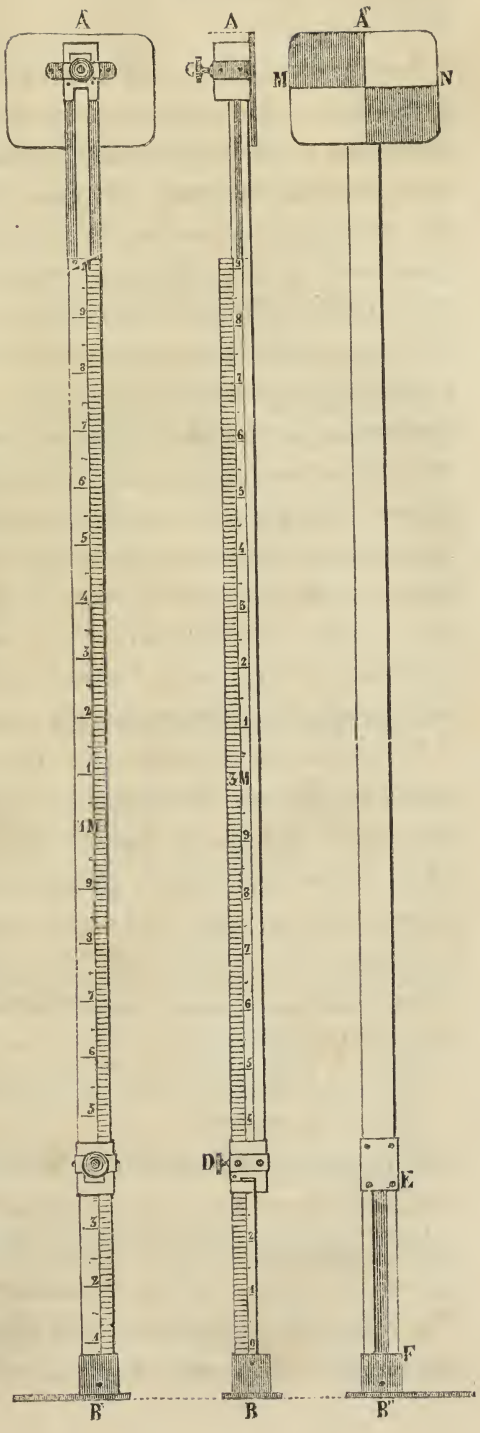
La linea *ab* parallela al lato maggiore dello scopo, è quella che deve essere colpita dalla visuale orizzontale diretta mediante

il livello. Onde potere far scorrere lo scopo lungo il regolo, l'aiutante portamira si serve di una piccola riga che ha un anello ad una estremità. Le divisioni del regolo sono segnate dalla parte opposta alla mira; ed alla linea *ab* corrisponde di dietro lo zero di un nonio che dà i millimetri. Con questa mira la misura dell' altezza viene data immediatamente dalle divisioni comprese dal piede segnato zero, sino allo zero del nonio che corrisponde al centro dello scopo.

La mira testè descritta è semplicissima; le più in uso e più comode però sono formate nel modo seguente:

Lo scopo MN (fig. 222) al quale si dà 0^m, 20 di altezza e 0^m, 25 di larghezza, si può fissare alla estremità del regolo mediante la vite C, onde scorra unitamente ad un piccolo regolo interno che sta in una scanalatura praticata lungo la mira. Una vite D serve a fermare il

Fig. 222.



regolo interno contro l'esterno al punto indicato dalla linea di mira condotta per l'asse ottico del cannocchiale allo scopo.

Le divisioni del regolo, per l'altezza di 2 metri, sono segnate dalla parte opposta dello scopo: la misura dell'altezza della mira, determinata dalla visuale orizzontale, vien data dalle divisioni comprese dal piede B' sino allo zero dell'indice che corrisponde al centro dello scopo. Per le altezze oltre a 2^m e sino a 4^m si fissa dapprima lo scopo colla vite C, alla divisione 2M (2 metri); quindi si fa scorrere il regolo interno, sino a che la visuale orizzontale venga a colpire il centro dello scopo. L'altezza della mira in tal caso sarà uguale a 2^m più la parte del regolo che sporgerà all'infuori; cioè dalla divisione 2 metri sino allo scopo. Questa parte è evidentemente uguale a quella percorsa dal piede del regolo interno, la quale si può leggere mercè d'un indice in ottone D, sopra una graduazione che sta a fianco della prima. Onde avere direttamente la misura dell'altezza, questa seconda graduazione è segnata da 2 a 4 metri. Così supposto lo scopo in A'' l'altezza della linea di mira MN sopra B, sarà uguale a 2 metri più FE.

Vuolsi ancora avvertire, che importa moltissimo di affidare la mira a persona intelligente, la quale sappia all'occorrenza prendere nota sur un registro di tutte le altezze o quote dei punti, su cui le è ordinato dal livellatore di far stazione (*a*).

(*a*) Il sig. Liagre, Capitano del Genio e membro dell'Accademia Reale del Belgio, inventò uno stromento ch'egli chiama *stadia livellatrice*, per mezzo del quale si ottiene la distanza fra due punti, e contemporaneamente la differenza di livello. Esso consta:

1° Di un circolo che si può collocare orizzontale, mercè di un livello a bolla d'aria; questo circolo è sostenuto da una colonnetta, la quale poggia sopra di un treppiede.

2° Di un cannocchiale munito di micrometro, il quale viene collocato sul circolo orizzontale.

3° Di un'asta graduata con uno scopo che può scorrere lungo la graduazione.

Questo ingegnoso stromento riesce di grande utilità per determinare con esattezza e speditezza il profilo del terreno fra due punti dati. Si fa però osservare che se si gradua la mira di un livello a cannocchiale, munito del relativo micrometro, si può ottenere lo stesso fine propostosi dal sig. Liagre.

Per più ampi particolari su questo stromento vedasi il volume XXI, N° 8, delle relazioni dell'Accademia predetta.

ARTICOLO TERZO.

Operazioni di livellazione.

—

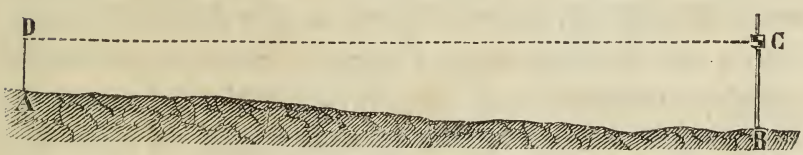
Come sia data una differenza di livello — Della livellazione semplice. — Della livellazione composta. — Modo di rapportare le livellazioni alla stessa linea o piano di livello — Livellazione trasversale. — Registro per le livellazioni. — Dei Profili.

—

§ 123. Come sia data una differenza di livello.

Risulta dalle nozioni sin qui date, che la differenza di livello fra due punti è la differenza delle verticali de' punti stessi. Così la differenza di livello o di altezza fra A e B (fig. 223) verrà determinata dalla differenza tra BC e AD;

Fig. 223.



DC essendo il raggio visuale orizzontale condotto col livello dalla stazione A alla mira collocata in B.

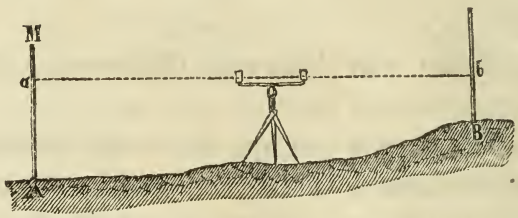
Ora, ogniqualvolta con una sola stazione si potrà determinare la differenza di altezza di due o più punti all' intorno

della medesima, l' operazione viene denominata *livellazione semplice*; ma quando i due punti a livellare sono collocati al di là dei limiti dell' estensione del raggio visuale, oppure quando il terreno presenta molte ineguaglianze, ossia pendenze considerevoli, si è allora costretti di collegare quei due punti fra loro per mezzo di una serie di livellazioni semplici; ed in quest'ultimo caso la livellazione dicesi *composta*.

§ 124. Della livellazione semplice.

Il metodo più semplice e ad un tempo più esatto per determinare la differenza di livello fra due punti A e B (fig. 224), egli è quello di collocare il livello ad ugual distanza circa fra A e B; con ciò si evitano le correzioni dovute alla refrazione ed alla sfericità della terra. Il punto di stazione può, senza inconveniente, venir scelto altresì fuori della retta che

Fig 224.



unisce i due punti A e B. Collocata la mira verticalmente al punto A, si dirigerà verso la medesima, per mezzo del livello, la visuale orizzontale, e quindi a seconda dei segni dell'operatore, convenuti col porta-mira, questi alzerà o abbasserà lo scopo, sino a che la visuale venga a colpire il centro del medesimo: quest'operazione si chiama *colpo di livello*. Allorchè si avrà osservato sulla mira AM l'altezza A*a*, ossia la quota del punto A, e che sarà inscritta sul registro di livellazione, senza muovere il piede dello stromento si farà trasportare la mira al punto B, e si opererà come si è fatto rispetto al punto A, vale a dire si darà un secondo colpo di livello. L'altezza B*b* dicesi *battuta* per rispetto a quella A*a* che si chiama *controbattuta*.

Ottenuta l'altezza B*b*, ossia la quota di livellazione del punto B, s'inscriverà pure sul registro onde ritrovarla a suo tempo. Se queste due quote sono eguali, egli è evidente che i due punti A e B saranno di livello; ma se la controbattuta è, ad esempio: A*a*=1^{m},536, e la battuta B*b*=0^{m},950, si dirà che il punto A il quale ha la quota maggiore, sarà più basso del punto B, della quantità

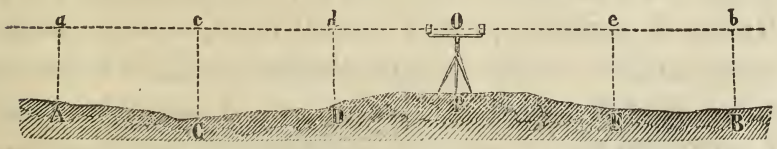
$$Aa - Bb = 1^{m},536 - 0^{m},950 = 0^{m},586.$$

In generale un punto livellato sarà più alto o più basso di un altro, secondo che la sua quota di livellazione sarà minore o maggiore di quella di quest'ultimo punto.

Potrà eseguirsi la livellazione dianzi descritta, collocando il livello ad uno dei punti estremi A, purchè l' altro punto B non sia distante dalla stazione oltre i 300 metri e si faccia uso di un livello a cannocchiale: in tal caso si misurerà l'altezza dello stromento sino alla linea del livello A*a*, e colla mira si otterrà eziandio B*b*: supposto che il livello al punto di stazione sia alto 1^{m},20 al di sopra di A, e che B*b* sia eguale a 0^{m},80, il punto B risulterà più alto del punto A, di 0^{m},40.

Qualora si volesse aver la differenza di livello dei diversi punti C,D,E, intermedii fra i due estremi A e B (fig. 225), si farebbe stazione in un punto P, presso a poco a metà distanza fra A e B, e si collocherebbe successivamente la mira ai punti A, C, D, E, B, per averne le quote corrispondenti. La differenza di livello fra due punti qualsiansi di quelli livellati, si otterrebbe facendo la differenza fra la loro rispettiva quota di livellazione.

Fig. 225.



Se l'aiutante porta-mira è intelligente, gli si potrà affidare puranche l'incarico di scrivere le quote sul registro; nullameno

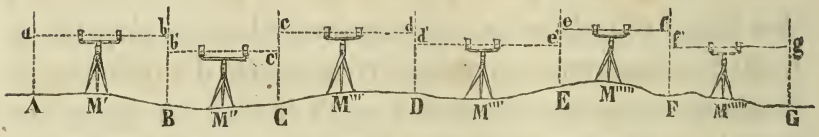
il livellatore non ometterà di verificare tutte le misure. Egli dovrà pure, avendo tempo, disegnare il profilo onde potersi assicurare in seguito se vi è accordo perfetto fra le sue note e quelle del porta-mira.

§ 125. Della livellazione composta.

Se i due punti, fra i quali si vuol conoscere la differenza di livello, sono situati ad una distanza tale da non poterla determinare che per mezzo di varie stazioni intermediarie, allora s'impiegherà la livellazione, che chiamasi composta, nella quale ogni livellazione semplice si collega con quella che la precede immediatamente.

Siano A e G (fig. 226) i punti fra i quali si cerchi la differenza di livello: M'M''M''', ecc. le stazioni intermedie. La controbattuta della prima stazione M' farà conoscere la quota A*a*, la battuta quella B*b*. Alla seconda stazione M'', la controbattuta data al punto B, ove si è lasciata la mira, determinerà la quota B*b'*, e la battuta farà conoscere la quota C*c'*. Si vede adunque che la seconda livellazione semplice è collegata colla prima per mezzo delle due quote di B. Egli è evidentemente la medesima

Fig. 226.



cosa della terza M''' rispetto alla seconda, e così di seguito. Questo modo di procedere stabilisce per conseguenza una correlazione di posizione fra tutti i punti A, B, C...G della livellazione composta. Se non fosse possibile di collocare il livello fra i due limiti di ogni livellazione parziale, si opererebbe come è stato detto per la livellazione semplice, ed in questo caso bisognerebbe prendere per la quota della stazione l'altezza dello stromento.

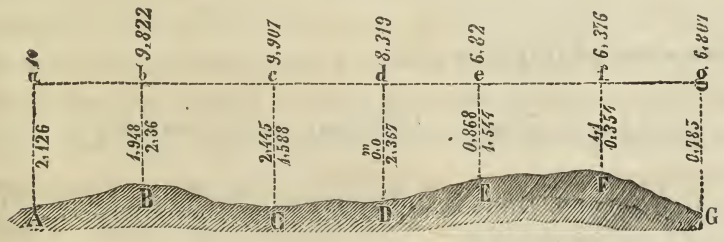
Allorquando si ha per oggetto di conoscere soltanto la differenza di livello fra i punti estremi A e G della livellazione, si dirigerà nel modo più comodo la linea A,B,C,D...G, la quale potrà essere o non nello stesso piano verticale; e le quote verticali A*a*,B*b*,B*b'*, ecc. saranno allora le sole che importerà di conoscere; ma se la direzione della linea di livellazione è determinata per ragione di lavori susseguenti, si misureranno allora tutte le distanze orizzontali *ab*,*b'c'*, ecc. e gli angoli che queste linee fanno tra di loro.

D' ordinario in simili casi si comincia col levare il piano del terreno sopra il quale si deve formare un progetto, e si segna con piuoli piantati a fior di terra la direzione della linea A,B,C...G; come quando si tratta di costrurre una strada, un canale, ecc. Questi piuoli servono pure di punti di riattacco per collegare alla livellazione fatta nel senso dell'asse del progetto, le varie livellazioni laterali che si è costretti di eseguire per meglio caratterizzare la forma del terreno che si prende ad esaminare.

Prima di far conoscere come si riferiscano tutte le livellazioni allo stesso piano orizzontale, conviene determinare realmente la differenza di livello fra i punti A e G.

Condotta in primo luogo sul foglio di livellazione una retta, la quale si dividerà in tante parti quante sono le stazioni che si dovranno fare nell'intervallo tra A e G (fig. 227), si scriveranno le quote di altezza, cioè le controbattute alla destra e le battute

Fig. 227.



alla sinistra delle perpendicolari alla linea *ag*; le distanze orizzontali da una quota all'altra, si scriveranno lungo la stessa retta *ag*.

Egli è conveniente, come venne già detto, che il livellatore ed il suo aiutante disegnino ciascuno in particolare la minuta della livellazione; ma quand'anche le due minute si accordassero perfettamente, è però necessario, affine d'avere una completa verificazione e maggiore esattezza, di ripetere la livellazione in senso inverso, incominciando da G per giungere al punto A, sia collocando successivamente la mira agli stessi punti intermedii se importa avere il profilo del terreno, sia collocandola altrove nel caso contrario.

La prima di queste livellazioni viene da alcuni chiamata *livellazione diretta*, la seconda fatta per servire di confronto alla prima, *livellazione reciproca*. Se vi è una piccolissima differenza nelle due livellazioni, si prenderà la media dei risultati ottenuti.

Il modo più semplice di ottenere i risultati di una livellazione composta egli è quello di sottrarre dalla somma delle controbattute, quella delle battute; il residuo esprimerà la quantità di cui il punto d'arrivo G della livellazione si troverà più alto o più basso del punto di partenza A, secondo che la somma delle controbattute è maggiore o minore delle battute. Di fatto si chiamino c,c',c'',c'''... le controbattute, e b,b',b'',b'''... le battute; la differenza di livello fra i vari punti livellati presi due a due,

sarà $c-b$, $c'-b'$ $c''-b''$, ecc.;

e quella fra il primo ed il terzo sarà evidentemente eguale a

$$c-b+(c'-b')=c+c'-(b+b');$$

fra il primo ed il quarto sarà

$$c-b+c'-b'+(c''-b'')=c+c'+c''-(b+b'+b''),$$

e così di seguito. Onde la differenza x di livello fra i due punti estremi sarà espressa da

$$x=c-b+c'-b'+c''-b''.....=c+c'+c''.....-(b+b'+b''.....)$$

E poichè un punto qualunque A è più basso o più alto di un altro adiacente B, secondo che la differenza fra la controbattuta e la battuta è positiva o negativa, così il punto di partenza A di una livellazione composta sarà più basso o più alto del punto d'arrivo G, secondo che la quantità x sarà affetta dal segno + o dal segno —.

Quando la somma delle controbattute è eguale a quella delle battute, i due punti sono di livello fra loro.

Nel caso della figura precedente si avrebbe:

Controbattute.		Battute.	
	2, 126		1, 948
	2, 360		2, 445
	1, 588		0, 000
	2, 367		0, 868
	1, 544		0, 100
	0, 354		0, 785
Somma	10, 339	Somma	7, 146

Così il punto G troverebbesi al di sopra del livello del punto A di $10^m, 339 - 7^m, 146 = 3^m, 193$.

§ 126. Modo di rapportare le livellazioni alla stessa linea o piano di livello.

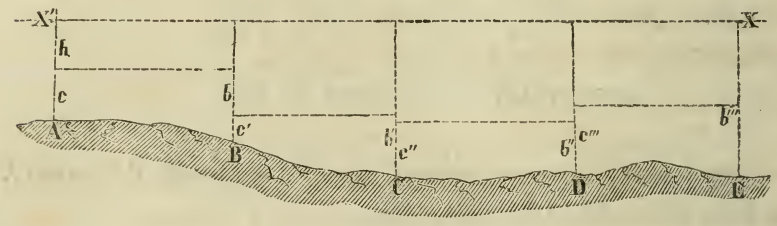
Dalla fig. 226 si vede chiaramente che le battute e le controbattute di ciascuno dei punti B,C,D, ecc. sono paragonate a varie linee orizzontali *ab*,*b'c'*,*cd*, ecc.: risulta da ciò che per trovare la differenza di livello fra due punti del profilo, bisogna far uso non solo delle quote di quei punti, ma puranche di tutte quelle intermedie. Per ovviare a quest'inconveniente come anche per poter riconoscere immediatamente le differenze di livello esistenti fra i varii punti della livellazione, si è stabilito di riferire tutte le altezze ad una stessa linea di livello, che si suppone condotta al di sopra od al di sotto di tutti i punti livellati, in modo, che nessuno sopravanzi la medesima, e che la distanza

del punto di partenza, o di uno dei punti più importanti, sia d'ordinario un multiplo esatto di 10. Quest'operazione si chiama ridurre la livellazione ad un solo *piano di paragone*. Nelle grandi livellazioni, che abbracciano un vasto tratto di terreno, si prende per piano di paragone il livello medio del mare.

Con questo mezzo la differenza di altezza fra due punti qualsiansi vien data dalla differenza stessa della loro distanza a questa linea.

Si supponga che la linea orizzontale di paragone sia XX', superiore al punto più elevato del profilo, e chiamisi h la quantità di metri aggiunta alla prima quota, cioè a quella del punto di partenza. Sieno come precedentemente c,c',c'', ecc. le controbattute, e b,b',b'', ecc. le battute (fig. 228).

Fig. 228.



La quota del punto di partenza A sarà $h+c$, e quella del punto B sarà espressa da $h+b$: per trovare la quota del terzo punto si osservi che se da $h+b$ si toglie la controbattuta c' fatta sul punto B mentre si faceva stazione fra B e C, si avrà la distanza dalla linea orizzontale condotta col livello nella seconda stazione, all'orizzontale XX' di paragone, alla quale si riferiscono ora tutti i punti della livellazione. Questa distanza sarà $h+b-c'=h'$, a cui aggiungendo la battuta seguente b', si avrà per la quota del punto C, $h+b-c'+b'=h'+b'$. Continuando in tal modo a sottrarre dalla quota di un punto la controbattuta, e ad aggiungere la battuta seguente fino al termine della livellazione, si otterranno le quote di tutti i punti. Se la linea di paragone fosse inferiore, si procederebbe in ordine inverso, vale a dire se m fosse la prima quota per rispetto a quella linea, la seconda sarebbe $m+c-b$, la terza $m+c-b+c'-b'$, ecc.

Così p. e. per ridurre il profilo (fig. 227) alla stessa linea di livello, si sostituisca $10^m,000$ alla quota del punto di partenza A, che è 2^m, 126. Questa trovandosi aumentata di

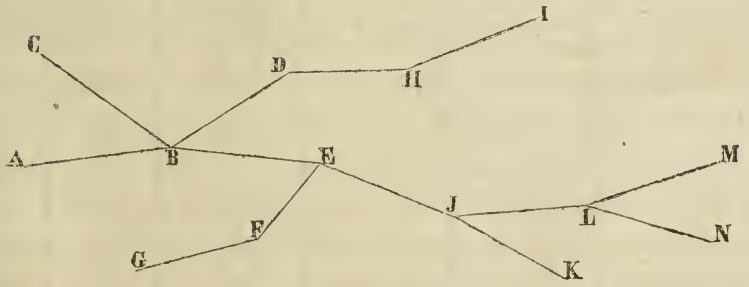
$$10^m,000 - 2^m,126 = 7^m,874,$$

bisognerà necessariamente aggiungere questa quantità alla quota 1^m, 948, per non alterare la differenza tra la battuta e la controbattuta precedente. Si scriverà dunque al di sopra di questa seconda quota $1^m,948 + 7^m,874 = 9^m,822$. Ora, poichè la nuova quota di B è 9^m, 822, la seguente controbattuta 2^m, 360 riceverà un aumento di $9^m,822 - 2^m,360 = 7^m,462$, e per conseguenza di tanto aumenterà la quota del punto C, la quale perciò viene ad essere uguale a $9^m,907$. Continuando ad operare nello stesso modo, si troveranno per le nuove quote di D,E,F,G, i numeri 8^m, 319; $6^m,820$; $6^m,376$; e 6^m, 807.

§ 127. Livellazione trasversale.

Quando è necessario di conoscere la forma del terreno lateralmente alla livellazione principale, si eseguisce in allora ciò che chiamasi una livellazione *trasversale*. Ad esempio per formare il progetto di una strada od altro, importa assai conoscere il terreno a destra od a sinistra dell' asse della medesima:

Fig. 229.



in questo caso si compiono varie livellazioni trasversali seguendo le linee prestabilite a seconda dello scopo del lavoro; e ciò mediante diverse stazioni (fig. 229) e seguendo le norme spiegate per la livellazione composta.

I profili trasversali poi si collegano alla livellazione principale per mezzo dei punti comuni all'una ed all'altra livellazione, e rapportando le quote dei medesimi allo stesso piano di livello del profilo principale.

§ 128. Registro per le Livellazioni.

Il registro della livellazione si compone d'ordinario di sei colonne (*vedasi il seguente registro*).

Nella prima s'inseriscono con lettere o cifre romane le stazioni fatte col livello; nella seconda s'inscrivono i nomi dei punti, sopra i quali si dirigono i colpi di livello. Nello inscrivere più di due punti per ogni stazione, si è supposto che ad ognuna di esse si fossero determinate le quote di alcuni punti fuori della linea principale che si percorre. La terza colonna contiene le letture fatte sopra la mira; nella quarta si scrivono le quote che segnano a qual distanza dal piano generale di paragone è situata la linea del livello in ciascuna delle sue posizioni particolari; nella quinta s' inscrivono le quote definitive dei punti livellati; la sesta colonna finalmente è destinata alle osservazioni e note che il livellatore crederà opportune all' intelligenza dei suoi lavori.

Registro

DELLE LIVELLAZIONI

STAZIONI	PUNTI sottoposti alla LIVELLAZIONE	QUOTE DEI PUNTI LIVELLATI per rapporto AI PIANI PARTICOLARI	QUOTE DEI PIANI PARTICOLARI rapportati AL PIANO GENERALE	QUOTE DEI PUNTI LIVELLATI rapportati AL PIANO GENERALE	OSSERVAZIONI
I.ª	A	3, 7	6, 3	10,	Il piano di paragone è a 10 metri al disopra del punto di partenza A.
	B	2, 0		8, 3	
	C	4, 5		10, 8	
II.ª	C	3, 5	7, 3	10, 8	
	D	2, 2		9, 5	
	E	3, 1		10, 4	
	F	3, 9		11, 2	

§ 129. Dei profili.

Eseguite le riduzioni ad un sol piano di paragone, qualora si abbia la pianta del terreno indicante i punti della livellazione, si potrà scrivere accanto ad ognuno di essi la relativa quota per rispetto all'assunto piano di paragone. Il piano contenente tutte queste quote, somministrate dalla livellazione, dicesi *piano quotato.*

Quando non si debba eseguire che una livellazione longitudinale e diverse livellazioni trasversali alla medesima, senza estendersi alla livellazione di una vasta superficie di terreno, allora, dopo aver ridotto le altezze ad uno stesso piano di paragone, si costruisce un *profilo longitudinale* e tanti *profili trasversali*, quante sono le singole livellazioni eseguite.

Le norme generali a seguirsi nella costruzione di questi profili sono le seguenti: ridotte le altezze allo stesso piano orizzontale, si traccia, sopra un foglio di disegno, nel senso della maggiore sua lunghezza, una linea retta rappresentante il suddetto piano. Su questa retta che serve di base al profilo longitudinale, si portano successivamente, giusta la scala adottata, tutte le distanze orizzontali che si chiamano *ascisse*; ad ogni punto indicante l'estremità delle distanze rapportate, s'innalzano delle perpendicolari, sulle quali si portano le altezze relative che prendono il nome di *ordinate.*

Quando le quote od ordinate verticali sono piccolissime per rapporto alle ascisse, si segnano ad una scala maggiore, affinchè il profilo riesca più sensibile. Ordinariamente si rapportano le altezze ad una scala decupla di quella di cui si fa uso per le distanze orizzontali. Così se la scala delle ascisse fosse di 1 a 50000, quella delle ordinate sarebbe di 1 a 5000. Basterebbe anche, in molti casi, di prendere il doppio ed il triplo della scala adottata; ma prendendo il decuplo, oltre al vantaggio di rendere più sensibili le ineguaglianze del terreno, specialmente nelle livellazioni che si fanno in pianura ove le ondulazioni sono

bene spesso poco pronunciate, si ha anche quello di potersi servire di una sola scala grafica tanto per le ascisse quanto per le ordinate.

Riportate tutte le ordinate, si uniscono i loro punti estremi con linee che si tratteggiano al disotto per indicare il terreno.

Si disegnano pure in prospettiva su questi profili gli oggetti rimarchevoli, come ponti, argini, sezioni di fiumi, di canali, e simili.

Per evitare poi i dubbi che potrebbero nascere dal servirsi della scala adottata pei profili, non si deve omettere di scrivere ad ogni punto tanto le quote d'altezza, che le distanze orizzontali, come pure i numeri e le lettere corrispondenti di tutti i punti della livellazione. Si notano ancora sul profilo i nomi e le indicazioni tutte dei punti principali, onde non essere obbligati a consultare ad ogni istante il registro delle livellazioni.

Quanto si disse pel profilo longitudinale, si dovrà seguire puranche per i profili trasversali. Si avverte soltanto che questi dovransi costruire, per quanto possibile, sullo stesso foglio ove trovasi disegnato il profilo longitudinale.

ARTICOLO QUARTO.

Modo di scandagliare i terreni coperti dalle acque.

Scandaglio o Sonda — Modo di determinare il punto di scandaglio sul piano

§ 130. Scandaglio o Sonda.

Una livellazione per essere completa deve abbracciare pur anche le quote de' terreni coperti dalle acque. Egli è per mezzo delle *sonde* o *scandagli*, che si perviene a determinare queste quote, ed a conoscere la profondità delle acque, non che la natura dei loro letti.

Fig. 230.

Lo scandaglio o sonda in generale si compone di una corda, all'estremità della quale si attacca un peso. Quello di cui si fa uso in marina è una piramide tronca di piombo (fig. 230), alla base della quale si pratica una cavità della

profondità di $0^m,05$ che si riempie di sego; alla base superiore è fisso un uncino al quale si attacca una corda graduata che ha d'ordinario 200 metri di lunghezza. Il peso di questo piombo varia da uno scandaglio all'altro da 2 a 40 kilogrammi. Il sego che si colloca nella cavità della piramide è destinato, nell'atto dell'operazione, a ritenere alcune particelle di sabbia o melma, e così a far conoscere la natura del fondo del luogo scandagliato.

Immergendo lo scandaglio nel mare, si è avvertiti ch'esso tocca il fondo, dal movimento vacillante che il fregamento dello scandaglio sul fondo stesso imprime alla fune, alla quale è legato.

§ 131. Modo di determinare il punto di scandaglio sul piano.

Si ottiene la misura della profondità, osservando il numero di metri della fune che è immersa nell'acqua; conosciuta questa, importa di avere sul piano la posizione del battello, cioè del punto scandagliato. Vari sono i mezzi adoperati per tal fine. Si possono prendere per es., colla bussola, stando sul battello, gli angoli con due o tre oggetti situati sulla ripa e già fissati sul piano; ma le oscillazioni della barca rendono questo mezzo poco sicuro. Si ottiene più precisione colle operazioni simultanee fatte da due persone a terra, le quali ad un segnale dato da quello che opera collo scandaglio, dirigono ciascheduna un raggio visuale sopra un punto di mira del battello, come sarebbe una bandiera, od altro. Con questo mezzo si richiedono tre osservatori, due a terra ed uno sul battello stesso.

Un altro metodo è ancora preferibile al precedente: l'osservatore che sta sul battello è munito di tre sestanti graduati; egli misura all'istante in cui la sonda tocca il fondo, con uno dei sestanti, l'angolo fra due punti conosciuti del lido, senza occuparsi per il momento della lettura del medesimo; osserva quindi tosto con un secondo sestante l'angolo fra uno di questi punti

ed un terzo ugualmente conosciuto; il terzo sestante è impiegato da lui nello stesso modo, siccome verificazione, a misurare l'angolo intiero che comprende i due precedenti. Se vi fossero due osservatori, l'operazione riescirebbe più esatta. Dopo fatte le osservazioni, l'operatore leggerà gli angoli sui sestanti, e segnerà la posizione del punto scandagliato per mezzo dei segmenti capaci (*Vedasi* § 90).

Le quote della profondità del mare che si ottengono cogli scandagli non sono quelle che s'inscrivono sulle carte idrografiche, poichè il mare, variando d'altezza, non vi può essere alcuna relazione fra le operazioni fatte in momenti differenti; esse vengono perciò rapportate alla superficie delle basse acque del mare al tempo degli equinozi (*a*).

Per operare una tal riduzione fa mestieri conoscere di quanto era elevato il mare al di sopra di quel livello nel giorno e nell'ora in cui venne eseguita la misura dello scandaglio. Si fa uso perciò della scala detta delle maree: essa è un lungo tavolato disposto verticalmente all'entrata dei porti, sopra il quale è tracciato il livello delle basse maree agli equinozi e l'elevazione successiva delle acque ad ogni quarto d'ora; dimodochè, notando l'ora precisa alla quale è stato misurato ogni scandaglio, si avrà subito, per mezzo della scala più vicina al luogo di osservazione, la quantità che bisognerà sottrarre, per ridurre la misura al livello predetto. Quando non si è a prossimità di una tale scala, se ne farà costrurre una

---

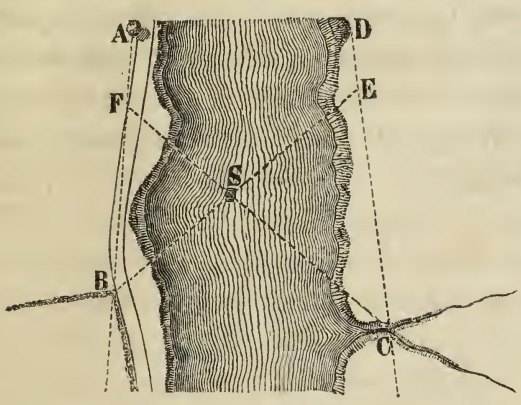
(*a*) Il livello del mare va soggetto a mutazioni ossia oscillazioni regolari dovute all'attrazione del sole e della luna. L'influenza di quest'ultimo astro è tripla, secondo Laplace, di quella del primo. Per tale influenza il mare si abbassa e si eleva due volte al giorno. Durante le sei prime ore il mare si innalza, locchè chiamasi *flusso*, e quando ha raggiunto il suo livello più elevato, che dicesi *alta marea*, torna a discendere nelle ore successive, ciò che chiamasi *riflusso*, e raggiunge il suo posto più basso, che dicesi *bassa marea*. Si è alle epoche degli equinozi di primavera e d'autunno, nelle quali si osservano le più grandi maree.

provvisoria in ripa al mare; vi si traccieranno le altezze delle acque di 15 in 15 minuti; si rapporteranno gli scandagli misurati al punto più basso di tale scala, e più tardi si terrà conto della differenza d'altezza di quel termine di paragone colla scala delle maree del luogo più prossimo.

Rispetto ai corsi d'acqua, l'operazione di scandagliare è pur semplicissima: se l'acqua è guadabile, un uomo vi entra e scandaglia con un'asta graduata: se l'acqua è troppo profonda, allora bisognerà servirsi di una barca e di una piccola sonda.

I punti di scandaglio possono essere, come nel caso precedente, determinati da due osservazioni simultanee. Se si sarà sprovvisti di stromenti, si potrà in tal caso impiegare il metodo degli allineamenti nel modo seguente: pongasi che si voglia rappresentare sopra un piano la posizione del punto di scandaglio S contrassegnato da una barca, od altro distinto se-

Fig. 231.



gnale (fig. 231). Non sarà difficile trovare sopra ogni riva due punti, la cui posizione sia determinata sul piano topografico, ed alla quale si possa riferire quella del punto di scandaglio S. Nell'ipotesi che tali punti sieno A,B, C,D, si traccieranno dapprima gli allineamenti AB e CD; dirigendosi quindi da A verso B, l'osservatore si fermerà in F, cioè sul prolungamento della direzione data dalla barca S col punto conosciuto C.

La distanza AF verrà misurata e riportata sul piano, secondo la scala, ed uniransi con una retta i punti F e C del piano. Operando poscia nella stessa guisa sulla ripa opposta, vale a dire sull'allineamento CD, si camminerà da C verso D, o da D verso C, e si segnerà il punto E, tostochè si giungerà sull'allineamento di SB; misurando infine la distanza CE o DE, la quale si riporterà sul piano, giusta la scala, la posizione del punto S dello scandaglio verrà rappresentata, sul piano stesso, dalla intersecazione delle due rette FC ed EB.

Collo stesso metodo degli allineamenti praticati per segnare il punto S, verrebbero rappresentati altri punti di scandaglio.

Se la superficie delle acque da scandagliare ha poca larghezza, si potrà distendere da una sponda all'altra una corda graduata: immergendo quindi lo scandaglio ad ogni divisione della corda, si otterrà una esatta conoscenza del profilo del fondo del letto nel senso di quella sezione.

A meglio conoscere ancora l'intiero fondo d'un torrente o d'una riviera, si eseguisce una livellazione longitudinale ed altre trasversali. La prima si fa secondo l'asse della riviera, vale a dire, secondo la linea che è sempre ad eguale distanza dalle due rive; i profili trasversali si fanno sopra le normali alla linea di mezzo.

ARTICOLO QUINTO.

Cenni sulle altezze barometriche

—

Altezze ottenute col Barometro. — Norme a seguirsi nelle osservazioni barometriche.

—

§ 132. Altezze ottenute col Barometro.

Sebbene il metodo di ottenere le altezze per mezzo del barometro sia soventi volte incerto, e perciò non possa gareggiare di esattezza cogli altri metodi, tuttavia se ne darà qui un breve cenno, essendo il medesimo di frequente impiegato per conoscere speditamente ed approssimativamente le altitudini dei diversi luoghi.

Omettendo di ragionare sulla teorica delle altezze barometriche, della quale discorrono estesamente i trattati di fisica, basterà ricordare che immergendo in un bagno di mercurio un tubo chiuso nella sua parte superiore, e nel quale siasi praticato precedentemente il vuoto, il metallo si eleva nel tubo fino a che il suo peso faccia equilibrio alla pressione che esercita l'atmosfera sulla superficie di mercurio che trovasi nel bacino. Allorchè l'altezza del mercurio nel barometro è di 76 centimetri ed alla temperatura del ghiaccio fondente, il peso del mercurio sta a quello dell'aria come 1 a 10477,9; vale a dire che 10477,9 millimetri cubi d'aria pesano quanto un millimetro cubo di mercurio. L'altezza della colonna barometrica aumenta o diminuisce, secondo che la pressione atmosferica è più o meno considerevole. Ne segue adunque che il mercurio si abbasserà nel tubo a misura che lo stromento verrà innalzato

sopra il livello del mare. Egli è su questo principio che è fondato il calcolo della differenza di livello fra due punti col mezzo del barometro.

Si dimostra per via del calcolo, come supponendo la temperatura dell'aria da per tutto la stessa, le altezze del mercurio nel barometro diminuiscano secondo una progressione geometrica, mentre le elevazioni al disopra del mare crescono in progressione aritmetica. Questo risultato è modificato dal freddo che regna nelle alte regioni dell'aria, il quale aumenta la densità di quest'ultima, e da altre cause prodotte dalle vicissitudini dell'atmosfera che non si possono apprezzare; laonde incerti riescono i relativi calcoli fondati su di una teorica invariabile.

Quando si vuol ottenere la massima esattezza possibile, si fanno contemporaneamente le osservazioni nei due punti, fra i quali si cerca la differenza di livello. I barometri e gli orologi devono essere bene regolati. Se un solo è l'osservatore, egli dovrà in tal caso accrescere il numero delle osservazioni. Avrà inoltre l'avvertenza di fare la seconda stazione nel momento in cui le condizioni atmosferiche saranno presso a poco le stesse di quelle della prima stazione. Si ottiene la differenza di livello fra due punti mercè della formola qui in appresso indicata.

Sia in generale X la differenza di livello che si vuol misurare; H l'altezza del mercurio nel barometro alla stazione inferiore; t e T la temperatura dell'aria e del barometro a questa stazione; siano h, t' e T' le quantità analoghe per la stazione superiore, ove l'aria è meno densa e la temperatura più fredda; si avrà per l'altezza, o differenza di livello fra le due stazioni, la seguente formola:

$$X = 18336 \left(1 + 0{,}0004 \frac{t+t'}{2} \right) log. \frac{H}{h\left(1 + \frac{T-T'}{6200}\right)}.$$

Si è soppresso in questa formola il coefficiente dovuto alla latitudine del luogo, il quale oltre ad essere minimo in ogni caso, è zero alla latitudine di 45 gradi.

Quando la differenza di livello fra le due stazioni non è considerevole, si può semplificare la formola trascurando la correzione relativa alla temperatura dei barometri. In tal caso però si aumenta il coefficiente 18336 di 57 unità.

Ecco la formola modificata:

$$X = 18393\left(1 + 0{,}0004\frac{t+t'}{2}\right) log.\frac{H}{h}$$

Mercè delle tavole calcolate dal signor Oltmanns sulla formola di Laplace, che si trovano inserte nello *Annuaire publié par le Bureau des Longitudes, anno 1860, pag. 301*, si abbrevia d'assai il calcolo della suddetta formola. A quella si rimanda per l'uso delle relative tavole.

§ 133. Norme a seguirsi nelle osservazioni barometriche.

Affinchè le altezze ottenute col barometro possano riuscire di una certa esattezza, egli è necessario ch'esse siano il risultato di una serie d'osservazioni fatte a diverse ore per un numero considerevole di giorni, e pur anche in stagioni diverse. Vuolsi avvertire ancora che si conseguiranno con maggior precisione le altezze, quando i due siti d' osservazione apparterranno allo stesso versante o bacino rispetto alla catena principale.

Le norme principali che si debbono seguire nelle osservazioni barometriche sono le seguenti:

1° Scegliere, per fare queste osservazioni, le giornate più calme.

2° Non operare prima delle ore 9 del mattino, nè dopo le 4 della sera (le ore più favorevoli per queste osservazioni sono quelle più vicine al mezzogiorno).

3° Nel rivolgere il barometro prima o dopo le osservazioni, operare lentamente e senza scosse, affinchè non si introduca dell'aria nel tubo contenente il mercurio.

4° Situare il barometro all'ombra: egli è necessario avvertire che questa non deve essere troppo estesa perchè cagionerebbe false indicazioni per la temperatura della colonna e per quella dell'atmosfera. D'ordinario quella del bastone al quale si appende il barometro è sufficiente. Avvertire inoltre d'isolare il barometro, cioè di non sospenderlo troppo vicino a terra, nè a pareti riscaldate dal sole.

5° Dare al barometro, durante l'osservazione, una posizione verticale, ed assicurarsi per mezzo di un filo a piombo se ha realmente questa posizione.

6° Battere leggermente sulla cassa del barometro replicati piccoli colpi con una chiave od un sassolino, così per appianare alquanto le calotte sferiche che terminano da ambe le parti la colonna di mercurio, come per far svanire certe piccole bolle d'aria, che s'introducono dalla colonna più corta del sifone, le quali potrebbero penetrare nella colonna più lunga del tubo, e renderne il vuoto meno perfetto.

7° Lasciar trascorrere 20 minuti circa dal momento che si è sospeso il barometro, prima di cominciare le osservazioni; ed avvertire, nel leggere le divisioni sulla scala del medesimo, di situare l'occhio perpendicolarmente alla superficie del mercurio a fine di cansare gli errori di aberrazione.

8° Stimare a vista le parti di millimetro, se manca il nonio per segnarle.

9° Evitare di spingere l'alito sopra un barometro o sopra i termometri.

Registrate le osservazioni, si rigettano le più discordanti dal maggior numero di esse; indi si prende, fra tutte quelle che rimangono, la media dei risultati barometrici, e si calcola l'altezza con questi dati. Il risultato del calcolo darà l'altitudine media del punto osservato.

TITOLO III.

TOPOGRAFIA SCRITTA ossia MEMORIE DESCRITTIVE

ARTICOLO PRIMO.

Preliminari.

Oggetto ed utilità delle Memorie descrittive in genere.

§ 134. Oggetto ed utilità delle Memorie descrittive.

Chiamansi in Topografia *memorie descrittive* quelle relazioni scritte, che descrivono circostanziatamente lo stato fisico del terreno e somministrano i dati riguardanti le statistiche relative alle popolazioni, alle produzioni del suolo ed alle risorse infine d'ogni specie.

Le memorie descrittive vanno d'ordinario unite ad un piano topografico del terreno, oggetto della memoria.

Sarebbe un errore il credere che basta possedere buone carte per giungere alla conoscenza particolareggiata del terreno; giacchè con queste soltanto non si può indicare la natura e la qualità di certi oggetti. Per esempio le carte topografiche più esatte non possono sempre indicare la larghezza e la profondità di un torrente, la natura del suo letto e delle

sue ripe, la velocità della corrente; il disegno è altresì insufficiente nelle scale ordinarie dei piani ad esprimere lo stato delle strade, dei ponti, de'guadi e degli altri mezzi per valicare ostacoli; nè può indicare sino a qual punto il suolo adiacente alle strade sia praticabile dai fanti, dai cavalli, o dalle artiglierie e dalle vetture. Le foreste sono più o meno folte, le alture più o meno accessibili, gli abitati, le case isolate e simili favoriscono più o meno una difesa: su questi ed altri tali particolari il disegno lascia una lacuna. E per ultimo, se molte fra le cose prementovate possonsi trovare in taluni piani, su quelli cioè a grandissima scala, vuolsi per altro avvertire, che , oltrecchè questi piani sono rari, essi non potranno però mai descrivere la statistica del paese cotanto importante a conoscersi, nè tutte quelle altre particolarità non esprimibili col disegno. Da ciò consegue, che per ben conoscere ogni cosa di un tal determinato terreno, è necessario al piano topografico unire una memoria descrittiva fisico-statistica del terreno stesso.

Quando oltre alle considerazioni fisiche e statistiche, le memorie descrittive accennano altresì alle considerazioni militari, e si applicano ad un terreno speciale di guerra, in allora esse entrano a parte delle così dette *ricognizioni topografico-militari*, delle quali si prenderà a trattare più particolarmente nell'articolo seguente: si avverta per altro che colla scorta delle medesime si potrà compilare qualsiasi genere di memorie descrittive con scopo diverso da quello militare, bastando in tal caso sopprimere nelle ricognizioni topografico-militari quanto non farebbe allo scopo prefisso, e descrivere soltanto quelle più particolareggiate nozioni, delle quali si abbisogna.

ARTICOLO SECONDO.

Ricognizioni topografico-militari.

—

Definizione delle ricognizioni topografico-militari. Loro distinzione in generali ed in parziali o locali. Elementi che compongono un lavoro d'una ricognizione topografico-militare in genere. — Piano topografico e memoria descrittiva — Principali oggetti di una ricognizione parziale. — Descrizione delle acque. — Descrizione delle strade — Itinerarii. — Descrizione delle forme caratteristiche del terreno. — Descrizione della coltura del terreno. — Descrizione dei luoghi abitati.

—

§ 135. Definizione delle ricognizioni topografico-militari.

Le ricognizioni speciali del terreno o topografiche sono il mezzo onde somministrare nozioni intorno alla forma, natura ed accidentalità varie del paese o terreno sul quale si guerreggia o si combatte. Si chiamano più particolarmente *ricognizioni topografico-militari*, perchè oltre alla descrizione fisica e statistica del terreno, esse comprendono altresì le considerazioni militari le quali accennano alle posizioni che racchiude il paese o terreno di ricognizione, ed al partito che di questo si può trarre per le varie operazioni della guerra. Da ciò è facile scorgere come lo scopo di una ricognizione si consegua per mezzo di un piano topografico, sul quale vengano disegnate, secondo i precetti della topografia, le varie parti od accidentalità del terreno, e per mezzo inoltre di una relazione scritta, che prende il nome di memoria descrittiva, nella quale vengano appunto descritte le cose che non ponno rappresentarsi sul piano topografico, e quelle in ispecie che interessano più da vicino le operazioni militari.

Distinzione delle ricognizioni in generali ed in parziali o locali.

Le ricognizioni topografico-militari si distinguono in *generali* ed in *parziali* o *locali*.

Le generali si riferiscono ad un vasto tratto di territorio ed anche all'intero teatro della guerra. Esse intendono a preparare le grandi operazioni della guerra, e la compilazione de' relativi piani di campagna.

Le parziali si limitano ad un breve tratto di paese od a semplici località, come p. e. villaggi, boschi , tratti di fiumi o di strade, ecc. ecc. Queste si riferiscono esclusivamente alle operazioni tattiche, ed interessano più davvicino le operazioni secondarie di guerra.

Le ricognizioni generali sono di esclusiva competenza degli Uffiziali del Corpo dello Stato Maggiore. Essi le eseguiscono d'ordinario in tempo di pace, ovvero prima dell'apertura di una campagna. Per tal genere di ricognizioni gli Uffiziali predetti percorrono il terreno e fanno sulla carta, ch'essi si procurano o costruiscono speditamente, secondo i mezzi topografici, le rettificazioni utili alle operazioni strategiche.

S' impiegano per queste ricognizioni carte alla scala tra $\frac{1}{100000}$ e $\frac{1}{500000}$.

Le ricognizioni parziali sono di competenza di qualunque Uffiziale, e sono necessarie per tal fine carte a grande scala, onde potervi disegnare con chiarezza ogni cosa, che interessi le operazioni tattiche o secondarie della guerra.

La scala delle carte generalmente impiegate per queste ricognizioni varia da $\frac{1}{5000}$ ad $\frac{1}{50000}$.

§ 136. Elementi che compongono il lavoro di una ricognizione topografico-militare in genere.

Tanto le ricognizioni generali, quanto le parziali, si compongono, come già venne accennato, di:

1° *Un piano topografico.*

2° *Una memoria descrittiva.*

Piano topografico.

Il piano topografico consiste nella rappresentazione topografica del terreno, sul quale operasi la ricognizione.

Spesse volte l' Uffiziale sarà munito di un buon piano del paese ed in allora gli basterà confrontarlo attentamente col terreno che rappresenta, segnandovi quelle correzioni ed aggiunte di cui avesse d'uopo. Altre volte non ne sarà munito , e dovrà in allora levare un piano del terreno sul quale estendesi la ricognizione. In ambi i casi ei procederà alle relative operazioni coi mezzi regolari o speditivi che insegna la topografia propriamente detta, secondo che dispone di maggiore o minore tempo, secondo che ha o non ha con se stromenti, secondo che infine il nemico è o no in posizione d' incagliare le sue operazioni.

Giova avvertire, che ove l'Uffiziale fosse solo munito di una carta a piccola scala, converrebbe portarla ad una scala maggiore, e quindi giunto sul luogo della ricognizione , vi segnerebbe, in un colle correzioni, quei particolari che non comportava la scala primitiva.

Memoria descrittiva.

La memoria descrittiva, che prende più specialmente il nome di *rapporto di ricognizione* quando trattasi di ricognizioni parziali, serve di complemento al piano topografico.

In essa vengono descritti quei più minuti ragguagli fisici che non si possono accennare col disegno ; ed inoltre le nozioni statistiche, militari e storiche. Egli è della massima importanza,

che una memoria descrittiva sia redatta con stile chiaro, semplice, conciso ed ordinato.

Ogni memoria descrittiva militare, estesa ad un certo tratto di paese, consta di quattro parti essenziali:

1° *Descrizione fisica del terreno.*

2° *Dati statistici.*

3° *Considerazioni militari.*

4° *Cenni storici militari.*

La prima parte descrive il terreno, ne delinea con tratti incisivi e metodici l'aspetto complessivo: discende quindi a quei particolari che interessano la configurazione delle singole accidentalità che lo caratterizzano.

La seconda parte espone le *risorse* del paese in ordine alla vettovaglia , all' alloggiamento , all'approvvigionamento ed al trasporto delle truppe , secondo lo specchio che verrà dato per la statistica delle città e dei villaggi, le cui colonne vengono riempiute a seconda delle località. Accennasi altresì in questa seconda parte alle tendenze degli abitanti ed al clima del paese.

La terza parte si occupa dei caratteri tattici del paese di ricognizione, allorchè trattasi di ricognizioni parziali , e dei caratteri strategici , quando sia questione di ricognizioni generali. Le varie posizioni militari , tanto per l' offensiva , quanto per la difensiva, vengono descritte accuratamente in questa terza parte della memoria descrittiva, indicando le truppe necessarie alla loro occupazione, le opere ravvisate più acconce a rinforzarle, il tempo da impiegarvisi, ed i mezzi e le disposizioni per conseguir questo scopo.

La quarta parte infine accenna sommariamente agli avvenimenti militari antichi o moderni, di cui fu teatro il paese riconosciuto. Questi cenni sono utili, siccome quelli che somministrano altresì materia a considerazioni militari.

Trattandosi di semplici ricognizioni parziali di località isolate, come boschi, paludi, stretti, ecc. ben si comprende come la memoria descrittiva si riduca d'ordinario a sole due parti: alla *descrizione fisica*, cioè, ed *alle considerazioni militari.*

§ 137. Principali oggetti di una ricognizione parziale.

Gli oggetti che formano singolarmente lo studio delle ricognizioni parziali, e che costituiscono gli elementi necessarii per la compilazione d'una ricognizione più estesa o generale, possono classificarsi come segue :

A *Acque.*
B *Strade e comunicazioni varie.*
C *Forme caratteristiche del terreno.*
D *Coltura.*
E *Luoghi abitati e fabbricati varii.*

§ 138. Descrizione delle acque.

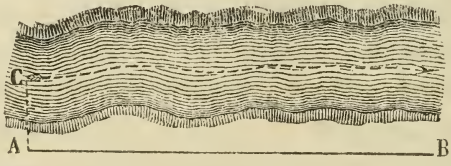
Dividonsi le acque in:
a *Fiumi o Riviere.*
b *Torrenti.*
c *Ruscelli e Fiumane.*
d *Burroni.*
e *Canali.*
f *Laghi.*
g *Stagni e Paludi.*
h *Sorgenti.*
i *Pozzi.*
k *Inondazioni.*

a) *Fiumi o Riviere.* La ricognizione di un fiume o riviera può essere generale o parziale. Generale, quando occorre riconoscerlo lungo un gran tratto od in tutto il suo corso dalla sorgente alla foce; parziale, quando essa si limita all'ispezione locale di un punto di passaggio o di una posizione militare. Gli oggetti da considerarsi più particolarmente nella ricognizione di un fiume, secondo che essa è generale o parziale, sono i seguenti :

1° *Esame generale della corrente.* Sorgente od origine del fiume — suo corso e direzione — suo sbocco o foce — numero e quantità delle correnti tributarie, ossia influenti — qualità delle sue acque; se potabili o no (*a*) — velocità della corrente (*b*) — se la corrente fa gorghi oppure procede equabilmente, ovvero se incontra ostacoli naturali od artificiali — natura del letto; se sabbioso, melmoso, o ghiaioso (*c*) — larghezza e profondità della corrente — epoche in cui comincia la corrente ad essere galleggiabile o navigabile, e di quali barche si faccia uso per la navigazione — epoche degli straripamenti o delle innondazioni; loro durata — altezza massima della piena — se il fiume talvolta si congeli nel verno — quale estensione e per quanto tempo — se la corrente trascina, all'epoca della fondita delle nevi, masse di ghiaccio — se il ghiaccio può reggere al passaggio della fanteria, della cavalleria, o dell'artiglieria (*d*).

(*a*) Sono potabili le acque, che sciolgono facilmente il sapone e nelle quali i legumi cuociono bene.

(*b*) La velocità alla superficie di un fiume, o di altro corso d'acqua, si ottiene misurando sulla ripa una distanza e calcolando il tempo che un galleggiante impiega a percorrerla. Così, se la distanza AB misurata sulla ripa è di 200 metri,



e il galleggiante (un pezzo di scorza d'albero od altro) impiega, per esempio, un minuto primo a percorrere quella distanza, si dirà che la velocità della corrente alla superficie è di 200 metri per ogni minuto primo, ossia di $\frac{200}{60}=3^{m},333$ per ogni minuto secondo.

(*c*) Il fondo ghiaioso è quello che maggiormente agevola la costruzione di un ponte.

(*d*) Quando il ghiaccio ha la spessezza di $0^{m},08$ regge al passaggio della fanteria; da 0^{m}, 11 a 0^{m}, 16, è atto al passaggio della cavalleria; al di là di $0^{m},16$

2° *Ripe o sponde.* Natura e configurazione delle sponde — se contornate d'argini, se facili o difficili all'accesso — loro livello relativamente al pelo delle acque; se una domina l'altra e quale — se praticabili ai carri, ai cavalli e per quale tratto — se sono asciutte e paludose — se coltivate o boschive, ed in quest'ultimo caso di qual natura le piante.

3° *Rami ed Isole.* Se il volume d'acqua scorra unito in un sol letto, ovvero faccia diversi rami — quale in tal caso il principale — se il ramo principale è costante, ovvero soggetto a cambiare in caso di piena — se nel letto vi siano isole — loro natura — grandezza — vegetazione — loro dominio sulla corrente e sulle ripe — loro distanza da queste ultime.

4° *Vie di comunicazione e passaggi.* Quali vie attraversano o costeggiano il fiume — se sieno o no rilevate in argini, fiancheggiate d'alberi o scoperte — se sonvi a prossimità ferrovie — se v'hanno vie d'alaggio (*a*) — se vi sono ponti e di qual sorta, se di mattoni, di pietra, di legno o sospesi, se galleggianti o volanti — ostacoli naturali ed artificiali presso agli aditi dei ponti.

5° *Guadi.* Se e dove siano guadi e di qual natura — per quali armi siano praticabili — natura del fondo — larghezza e lunghezza del guado — se sia costante ovvero soggetto a variare nelle crescenze delle acque — se il fondo del fiume sia tale a resistere ad un forte passaggio di truppe — stato delle rive intorno al guado.

Essendo importantissimo per un militare l'avere più estese cognizioni intorno ai guadi, si aggiungono a tal fine le seguenti osservazioni.

Per agevolmente rinvenire i guadi, oltre alle informazioni

---

resiste al peso delle artiglierie. Si aumenta la forza del ghiaccio spargendovi sopra strati di paglia, o di fascine bagnate: si collocano talvolta assicelle ove debbono passare le ruote. Infine i grossi pezzi si possono traghettare a guisa di slitta, staccando gli avantreni e le ruote.

(*a*) Vie d'alaggio sono quei sentieri, lungo i quali camminano i cavalli attaccati in fila, rimorchiando i battelli che risalgono la corrente.

che l'ufficiale dovrà attingere dagli abitanti delle località, egli potrà ritenere che ogni qualvolta si vede il corso dell'acqua quasi tremola ed increspata, havvi colà probabilmente un guado.

Presso le sinuosità si trovano generalmente le maggiori profondità; e d'ordinario si cercano i guadi da quella parte del fiume ove la corrente prosegue in linea retta.

Il miglior mezzo per accertarsi dei guadi o cercarne altri non stati indicati dagli abitanti, quello si è di attaccare uno scandaglio ad un battello, in guisa che non entri oltre un metro nell'acqua, assicurando nello stesso tempo un galleggiante alla corda stessa dello scandaglio: scorrendo col battello si sarà avvertiti che lo scandaglio confrega col fondo, dal movimento vacillante ch'esso imprimerà al galleggiante. È utile, riconoscendo un guado, di conficcare indicatori nel fondo, sui quali siano segnate divisioni, onde riconoscere le variazioni che potrebbero occorrere.

Pali conficcati sui limiti laterali del guado e riuniti da cordicelle, indicano la direzione del guado, e possono così antivenire funesti accidenti nel passaggio delle truppe, massime quando il guado segue una direzione obliqua. Si avrà per norma nella ricognizione dei guadi, che la profondità loro non deve essere maggiore di $0^m,80$ per la fanteria, di $1^m,20$ per la cavalleria, e di $0^m,65$ per i cassoni. Quando l'acqua è rapida sarà conveniente di non servirsi se non dei guadi di qualche decimetro meno profondi delle misure accennate.

I guadi migliori sono quelli il cui fondo è ghiaioso; si rinvengono facilmente nei paesi di pianura coltivata.

Nei paesi sabbiosi o coperti di macchie, i fondi delle acque sono per lo più di sabbia fina e movente, e quindi pericolosi nel passaggio delle truppe, poichè i cavalli che guadano i primi, stemperano la sabbia, e gli ultimi non trovando fondo, sono costretti di nuotare.

I guadi fangosi o limacciosi sono più pericolosi ancora.

Nei paesi montuosi i guadi sono spesso imbarazzati da grosse pietre, perciò incomodi pei cavalli ed impraticabili ai carri. Se

avvenisse che il guado fosse guasto, talchè i cavalli vi si affondassero, si assoderebbe con graticci, con fascine, con tavole, ecc.

Allorchè un torrente offre guadi di estesa larghezza, la cavalleria collocata a monte, in senso obliquo alla corrente, potrà servire per romperne l'impeto, e si farà passare la fanteria inferiormente. La cavalleria a valle varrà per arrestare i fanti strascinati dall'impeto della corrente.

Per guastare i guadi e renderli impraticabili al nemico, si possono usare varii metodi, e fra gli altri i seguenti:

1° Scavare un fosso profondo più che sia possibile attraverso al guado.

2° Gettare alberi tagliati nel guado, colla testa volta alla ripa da cui arriva il nemico; dove la corrente fosse rapida, la testa si rivolgerebbe obliquamente al corso dell'acqua.

6° *Adiacenze.* Natura del terreno adiacente e località rimarchevoli lungo le sponde; designare cioè le fortezze, le città, i borghi, le castella, i villaggi, le case, i molini, i laghi, le paludi, i monti, le alture, ecc. — terreni d'alluvioni; loro dominio sulle ripe, e loro distanza da queste — se i boschi lunghesso le ripe offrono legnami atti alle costruzioni — maggior o minor danno che soffrono le adiacenze dagli straripamenti — quanta estensione di paese resti danneggiata dalle inondazioni.

7° *Considerazioni militari.* Quali siano le posizioni che si possono occupare e difendere lungo le sponde — quali i luoghi più favorevoli pel passaggio dei fiumi e per lo stabilimento dei ponti, ed in qual modo si possano difendere — se sia agevole il procurarsi un facile accesso — quali ponti si possano gettare e perciò se si trovino materiali sufficienti, quali ferramenta, cordami, legnami, ecc. e quale genere e numero di barche si possano raccogliere, e quanto tempo si dovrebbe impiegare per la costruzione di un ponte — se le isole si possano utilizzare sia per diminuire la gettata di un ponte o per renderlo più solido, sia per collocarvi posti di protezione pei lavori di costruzione — utilità delle comunicazioni in ordine al passaggio delle truppe d'ogni arma — qual vantaggio potrebbe

arrecare alle truppe la navigazione del fiume — se il terreno adiacente sia favorevole o contrario alle operazioni militari — statistica delle località abitate adiacenti al fiume, secondo lo specchio che verrà indicato nella ricognizione delle città.

b) *Torrenti.* Le indicazioni e considerazioni dianzi esposte pei fiumi e riviere si applicano eziandio pei torrenti. Giova per altro avvertire, che nella ricognizione dei torrenti si dovrà inoltre notare all'articolo dell'esame della corrente, quante ore di pioggia bastino a rendere impossibile o difficile il loro passaggio — in quante ore la piena sia compiuta — se in tali circostanze travolgono sassi e di quale grandezza, onde conoscere se i ponti stabili ovvero accidentali che li varcano, possono essere rovesciati o guasti.

c) *Ruscelli e fiumane.* Le considerazioni esposte per i torrenti hanno luogo pei ruscelli e per le fiumane, se non che questi corsi d'acqua essendo più piccoli, riescono talvolta d'importanza minore. Ciò che aumenta più o meno la loro importanza si è, se hanno ripe scoscese o se sono paludosi.

d) *Burroni.* Nella ricognizione dei burroni hassi singolarmente ad indicare la natura del terreno — se di roccia, di frane o di pietre moventi — se sia facile fare rampe per attraversarli — se il loro fondo sia umido, paludoso o vi scorra acqua — se facile il farvi ponti o valicarli in altro modo — se i temporali o la liquefazione delle nevi li rendano o no impraticabili e per quanto tempo.

e) *Canali.* 1° *Esame generale del canale.* Denominazione del canale — origine, corso, e sbocco del medesimo — laghi o fiumi che lo alimentano — larghezza, lunghezza e profondità — velocità delle acque — se sia navigabile — se serva alla irrigazione o soltanto per scolo — se navigabile, indicare quante barche e di quali dimensioni vi si potrebbero riunire — se il canale sia fatto a conche, indicare il numero ed il tempo che s'impiega per superarle — se lungo l'anno venga sospesa la navigazione, ed in tal caso in quali epoche — qualità del fondo, se sabbioso, melmoso o ghiaioso.

2° *Sponde.* Gli stessi oggetti indicati presso a poco per le sponde dei fiumi.

3° *Vie di comunicazione e passaggi.* Quali vie attraversino o costeggino il canale; se sieno o no rilevate in argine, fiancheggiate d'alberi o scoperte — numero dei ponti che attraversano il canale e loro natura.

4° *Adiacenze.* Natura del terreno circostante al canale — quali edifizi si trovino alimentati dalle acque — località rimarchevoli adiacenti.

5° *Considerazioni militari.* Posizioni che si potrebbero occupare lungo le sponde del canale — se la presa d'acqua si trovi o no in potere del nemico — se facilmente si possa scannare od impedirne la navigazione — se si possano divergere le acque per cagionare un'inondazione e quanta estensione di terreno rimarrebbe inondata — se facilmente si possa rovinare, proteggere o difendere il canale — siti più favorevoli pel passaggio e per stabilire nuovi ponti — utilità delle comunicazioni in ordine al passaggio delle truppe d'ogni arma — se il terreno adiacente sia favorevole o contrario alle operazioni militari — statistica delle località abitate adiacenti al canale.

f) *Laghi.* 1° *Esame generale del Lago.* Denominazione del lago — situazione e configurazione — lunghezza, larghezza e profondità — acque che alimentano il lago o ne escono — straripamenti; loro epoche; epoca di maggior acqua — natura del fondo, se sassoso, ghiaioso, arenoso o paludoso — se le acque del lago siano navigabili, ed in tal caso il numero, qualità e dimensioni delle barche impiegate — venti favorevoli o contrarii alla navigazione — fenomeni che annunziano procelle, osservati dagli abitanti.

2° *Sponde.* Gli stessi oggetti indicati per le sponde dei fiumi.

3° *Isole.* Quali isole si osservino nel lago — loro natura, grandezza, vegetazione — loro dominio sul lago o sulle ripe e loro distanze da queste ultime.

4° *Adiacenze.* Natura del terreno circostante e località rimarchevoli — strade che danno accesso a queste e ad altre che

costeggiano il lago; loro natura; se siano o no rilevate in argini, fiancheggiate d'alberi o scoperte — località che possano essere inondate.

5° *Considerazioni militari.* Posizioni che un corpo di truppa può occupare lungo le ripe — modo di difendere il lago — se le isole si possono utilizzare per la sua difesa — quale vantaggio potrebbe arrecare alle truppe la navigazione del lago — se si possano derivare acque dal lago per produrre una inondazione, ed in qual sito, e quale estensione di terreno rimarrebbe inondata — se il terreno adiacente sia favorevole o contrario alle operazioni militari — statistica delle località prossime al lago.

g) *Stagni, paludi e terreni sterposi.* 1° *Esame generale dello stagno o della palude.* — Denominazione e configurazione dello stagno o della palude — lunghezza, larghezza e profondità delle acque — se lo stagno o la palude abbia origine da qualche corso di acqua o da sorgente nell'interno — se prodotto dalle depressioni del terreno, ovvero se deposito od alluvioni di fiumi — se sia scoperto, ovvero si osservino nell'interno cespugli, boscaglie, arbusti — se si asciughi in qualche epoca dell'anno — distinguere le zone assolutamente impraticabili da quelle più o meno praticabili — se l'umidità produca molta nebbia — se le esalazioni ne siano nocive — quale malattia sviluppino ed in quale stagione — se lo stagno o la palude produca erba.

2° *Vie di comunicazione.* Strade e dighe che si trovano sullo stagno o sulla palude — loro condizione.

3° *Adiacenze.* Natura del suolo e località rimarchevoli circostanti — strade e sentieri nelle vicinanze.

4° *Considerazioni militari.* Posizioni che un corpo di truppa potrebbe occupare presso lo stagno o palude, e modo più acconcio per difenderne gli accessi od attraversarlo, e come se ne possa rendere più agevole il passaggio — se il terreno all'intorno sia favorevole o no alle operazioni militari — statistica delle località prossime allo stagno.

Intorno agli stagni, paludi e terreni sterposi, giova avvertire,

che un freddo eccessivo può talvolta far sparire la palude; un caldo ed una siccità prolungati possono renderla praticabile su diversi punti; un tempo piovoso all'opposto può moltiplicare assai le difficoltà del passaggio attraverso alla palude, e renderla pur talvolta assolutamente impraticabile.

h) *Sorgenti.* Per rispetto alle fontane o alle sorgenti, conviene osservare se sieno perenni o periodiche — qualità, quantità, salubrità e temperatura delle acque — facilità e modo di attingerle — distanza dai luoghi abitati e dall'accampamento delle truppe — se le acque fluenti formano pozzanghere, paludi, rivi o burroni — se abbiano sfogo sotterraneo — se facilmente conducibili nel campo.

Onde accertarsi della quantità d' acqua che una sorgente può somministrare in 24 ore, si misura il volume fluente in un tempo determinato, e quindi stabiliendo la proporzione seguente; $n : x :: 1440 : y$, in cui x esprime la quantità d'acqua raccolta nel tempo n, calcolato in minuti, y la quantità cercata nelle 24 ore ossia in 1440 minuti; si avrà $y = \frac{x \times 1440}{n}$.

Se la quantità d'acqua fluente fosse considerevole, s'impiegherebbero misure più ampie, ovvero si calcolerebbe in minuti secondi, invece di minuti primi.

Il dato della quantità d'acqua, che somministra una sorgente, è di grande utilità per le truppe, per le quali richiedonsi generalmente 4 litri d'acqua al giorno per ogni uomo, compresa la quantità richiesta pel rancio e per lavare.

i) *Pozzi.* Indicare la profondità, qualità, quantità e temperatura delle acque — lontananza del pozzo dall'abitato o dall'accampamento — se l'acqua sia perenne anche in tempo di siccità.

h) *Inondazioni*, *chiuse*, *argini o dighe.* 1° *Inondazioni.* Si considererà se le inondazioni siano naturali od artificiali — qual sia l'altezza media delle acque nel paese allagato — quale l'estensione delle inondazioni — quanto tempo per scannarle.

2° *Chiuse.* Il volume d'acqua che fluisce per ogni chiusa o

cataratta — quale sia il meccanismo di loro costruzione — se siano o no in potere del nemico — come debbansi difendere od attaccare.

3° *Argini.* Se in muro solido od a secco od in terra—altezza e larghezza loro — se carreggiabili — se bastino contro le piene — se utilizzabili alla difesa.

§ 139. Descrizione delle strade.

Le strade, militarmente parlando, si classificano in tre categorie:

a *Strade carreggiabili.*

b *Sentieri.*

c *Strade ferrate.*

Diconsi *strade carreggiabili* quelle atte al passaggio delle artiglierie e dei carriaggi. Quando una strada può contenere quattro uomini di fronte, è bastantemente larga pel passaggio in discorso.

Chiamansi *sentieri* le strade non atte al passaggio delle artiglierie e dei carri.

Nomansi *strade ferrate* quelle percorse dalle locomotive a vapore su rotaie di ferro.

a) *Strade carreggiabili.* — 1° *Esame generale della strada.* Direzione della strada, se proceda in linea retta, o formi sinuosità — luoghi principali a cui tenda e per cui passi — sua larghezza—natura del suolo, se atto al carreggio in ogni tempo (*a*). — Se la strada abbia fossi lateralmente, e quale, in tal caso, sia la loro larghezza e profondità — se fiancheggiata da siepi, o da alberi, ecc. — se incassata od in rialzo — se dominata da alture — se incontri fiumi, torrenti od altri corsi d'acqua — se attraversi luoghi accidentati, come boschi, paludi, risaie, ecc. —ove si trovino bivii, trivii o quadrivii — salite o discese principali—tempo che debbasi impiegare a superarle —se sia necessario incastrare le ruote.

(*a*) Egli è importante avvertire, che le strade buone in ogni tempo sono quelle il cui fondo è di arena grossa o di pietra; e che le strade costrutte in terre forti diventano d'ordinario cattive in tempi piovosi.

2° *Ponti e strette.* Qualità dei ponti, se di pietra o di cotto, di legna, di barche o di zattere — se volanti ossiano porti — se sospesi — loro lunghezza, larghezza e solidità — se facili a distrursi e con quali mezzi — loro altezza sul pelo delle acque — se le piene non giungano mai ad oltrepassarli od a renderli inservibili—sbocchi del ponte; se facili o difficili — gole, strette, colli, gioghi che la strada attraversa— loro lunghezza, larghezza e tempo per attraversarli—se dominati—se coperti di neve, per quanti mesi ne siano ingombri— se si possano allargare.

3° *Adiacenze.* Natura e coltura del suolo adiacente alla strada e descrizione delle principali località abitate in vicinanza alla strada stessa—se buono il terreno o soggetto a divenir fangoso— se quello vicino ai ponti sia scoperto, boschivo o paludoso — quali altre vie di comunicazione intersechino la strada, oggetto della ricognizione; donde esse provengano e dove tendano — se si trovino nelle vicinanze pietre, fascine, ecc. per riparare la strada ove fosse guasta.

4° *Considerazioni militari.* Posizioni militari lungo la strada, se questa sia facile a rendersi impraticabile od almeno tale da ritardare la marcia del nemico — se il terreno adiacente sia o no propizio allo spiegamento delle truppe o ad altri movimenti — se le truppe possano marciare in più colonne — se si possano aprire altri passaggi laterali — se lateralmente alla strada i ponti si possano facilmente difendere — se facilmente ed in quanto tempo riattarli, ove distrutti dal nemico — se le strade che vi conducano siene esposte o no — se, passato il ponte, si presentino utili posizioni — quale il comando delle ripe — se siano collocate, nella parte concava o convessa del corso del fiume, in riguardo alle operazioni che si progettano — se vi siano caseggiati o villaggi a prossimità, d'utile occupazione — di quanto le strette od altri ostacoli possano far ritardare la marcia delle truppe — se i monti che li fiancheggiano siano facilmente difendibili e con quanta truppa—se le strette si possano facilmente girare o rendere impraticabili — se all'ingresso ed alla uscita si trovi terreno opportuno per collocare e schierare le truppe

in battaglia, stabilire batterie, ecc.—vantaggio che si possa trarre dai rifugi o case di ricovero—statistica delle principali località che trovansi sulla strada o nelle sue vicinanze.

b) *Sentieri.* Molte delle avvertenze fatte per le strade carreggiabili possono riferirsi ugualmente ai sentieri. Perciò si può seguire, nella ricognizione dei sentieri, lo stesso metodo ed ordine accennati per le strade. Oltre a ciò vuolsi far menzione delle osservazioni seguenti:

Se i sentieri siano suscettibili di rendersi con poche riparazioni, e rapidamente, accessibili alle artiglierie — se si possano facilmente rompere—loro posizione e direzione in riguardo alle altre strade—se in linea retta o tortuosa — luoghi principali a cui tendano e pei quali passino — loro larghezza — natura del suolo—se incassati o lungo pendenze—se dominati da alture—se incontrino fiumi, torrenti od altri corsi d' acqua — se attraversino luoghi accidentati, come boschi, risaie, scoscendimenti, rocce— salite e discese più ripide.

c) *Strade ferrate.* Molte puranche delle cose dette per le strade carreggiabili servono eziandio per le strade ferrate, ma essenzialmente vuolsi indicare nella ricognizione di tal genere di strade, se siano a semplice o doppia rotaia—quante locomotive o vagoni siano disponibili — se passino per gallerie o su viadotti facili a guastarsi —se corrano parallelamente ad altre strade o le intersechino—se e dove incassate od in rialzo—tronchi di strade ferrate e loro direzione — numero e luoghi delle stazioni—se lungo le ferrovie sia stabilita la linea elettrotelegrafica, e ramificazioni di quest'ultima.

§ 140. Itinerarii.

Quando lo scopo principale della ricognizione sia di fare soltanto conoscere le particolarità della strada che deve percorrere un corpo di truppe, un convoglio o distaccamento per portarsi in un sito determinato , allora si adempie a tal missione per mezzo degli itinerari. Questi si compilano secondo il modello qui annesso, avvertendo che la linea retta che trovasi

nel bel mezzo rappresenta la strada che si percorre senza tener conto delle sue inflessioni; i numeri scritti lungo tale linea indicano il tempo, in ore o minuti di marcia, impiegato a percorrere le porzioni di pianura da un segno all' altro successivo: quelli che si trovano affetti dal segno + indicano il tempo impiegato a percorrere le salite, e quelli affetti dal segno — le discese.

Si considerano quali salite o discese, quelle pendenze d' una considerevole lunghezza, per le quali è necessario un rinforzo di cavalli, oppure la scarpe alle ruote: tutte le altre di minor importanza sono considerate piane.

È necessario avvertire che l'Ufficiale, al quale verrà affidata la missione di compilare un itinerario, dovrà percorrere le strade per cui deve marciare la truppa, notando il nome dei villaggi e dei borghi pei quali ei passerà, la natura degli alloggi che i medesimi possono somministrare e per quali armi; la natura e coltura del terreno adiacente e tutte quelle altre particolarità state indicate all'articolo delle strade.

Infine per compilare un itinerario non si dovrà mai perdere di vista che lo scopo, al quale è destinato, si è quello di far conoscere minutamente la natura del terreno che una colonna di truppa deve attraversare, gli ostacoli ch'essa deve superare, ed il tempo che deve impiegare per giungere alla sua destinazione; quindi importerà in generale raccogliere tutte quelle nozioni e schiarimenti che potranno servire ai comandanti delle colonne, per regolare la marcia delle truppe in modo, da superare gli ostacoli ed agevolarne la marcia colla minor fatica possibile. Tutte queste nozioni e le altre particolarità suaccennate vengono inserte nell'itinerario a guisa di leggenda, come apparisce dal modello, ed in tal modo si sopprime la Memoria descrittiva.

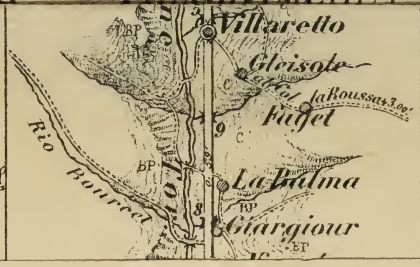
Quando la ristrettezza del tempo poi non permette all' Ufficiale di formare il disegno dell'itinerario nel modo indicato, potrà supplirvi per mezzo della seguente tabella, la quale unita alla Memoria descrittiva rimpiazzerà in tal caso l'itinerario.

Itinerario

DA PINEROLO A CESANNE

DESCRIZIONE DE' LUOGHI	ORE IMPIEGATE A PERCORRERE LE						TOTALE	
	PIANURE		SALITE		DISCESE			
	Ore	Min.	Ore	Min.	Ore	Min.	Ore	Min.
Da Pinerolo a Pinasca . . .	2	41	»	»	»	»	2	41
» Pinasca a Perosa. . . .	0	46	»	»	»	»	0	46
» Perosa a Villaretto . . .	2	14	0	7	»	»	2	21
» Villaretto a Fenestrelle . .	1	15	0	7	»	»	1	22
» Fenestrelle a Pourrières. .	1	»	»	»	»	»	1	»
» Pourrières a Ruà. . . .	1	30	»	»	»	»	1	30
» Ruà a Traverse	0	32	»	»	»	»	0	32
» Traverse al colle di Sestrières	»	»	1	40	»	»	1	40
Dal colle di Sestrières a Champlas-du-Col.	0	8	»	»	0	50	0	58
Da Champlas-du-Col a Cesanne.	»	»	»	»	2	2	2	2
TOTALE DA PINEROLO A CESANNE	10	6	1	54	2	52	14	52

ITINERARIO
da Pinerolo a Cesanne

[illegible]	[illegible]	Osservazioni particolari
danza di viti ed altri alberi fruttiferi da Pinerolo alla Perosa, in minor quantità nei Comuni di Mean e di Roure, e quasi nessuno negli altri Comuni più internati della Valle. Abbonda inoltre di patate, granaglie, avena, miele, cera e for=		Cesanne " 2 " 1 " Le altre località non possono alloggiare che piccole frazioni di truppa. In Pinerolo, Perosa, Fenestrelle e Cesanne trovansi poste di cavalli.

ITINERARIO
da Pinerolo a Cesanne

Osservazioni generali

La strada che da Pinerolo conduce a Cesanne passando per Fenestrelle costeggia la sponda sinistra del Chisone sino alle Traverse, e del Chisonetto sino al Colle di Sestrières, discende quindi nella Valle della Dora Riparia e costeggia la sponda destra del torrente Dora. Essa è strada Regia sino a Fenestrelle, e Provinciale da Fenestrelle a Cesanne; però in ogni dove egualmente ben tenuta e praticabile a carri ed alle salmerie in ogni stagione. Salvo i brevi tratti indicati coi segni + e — ove la pendenza è forte, la strada sale costantemente sino al Colle di Sestrières, poscia discende sino a Cesanne con una dolce pendenza quasi da portallo uniforme del 5 per 100, forma varie sinuosità seguendo l'andamento delle ultime falde del versante sinistro della Valle Dragliato e del versante destro della Valle di Dora e presenta rivolte a Duco, Champlas du Col e Cesanne. La larghezza della strada è di 7.m 80 circa; va però restringendosi alquanto verso il Colle di Sestrières, ove trovansi pure pali d'indicazione ad ogni cambiamento di direzione. In quei tratti ove la strada è lambita dalle acque del Chisone, essa è sostenuta da muratura in pietra, ed in altri luoghi è intagliata nella roccia.

Il Colle di Sestrières è un punto importante sino di questa communicazione, è aperto, spazioso e coperto di pascoli, offre un ottimo accampamento, trovandosi legna ed acqua in vicinanza.

L'torrente Chisone prende origine da due sorgenti, ha una media larghezza di 10 metri con una velocità di 0.m 50 per secondo e sbocca nel Relice sotto Garzigliana. Il suo letto è sassoso ed irregolare, però guadabile in molti luoghi. Havvi inoltre molti ponti in legno sul medesimo in vicinanza degli abitati.

I prodotti della Vallata del Chisone variano colla temperatura del clima, così havvi abbondanza di viti ed altri alberi fruttiferi da Pinerolo alla Perosa, in minor quantità nei Comuni di Mican e di Ronze, e quasi nessuno negli altri Comuni più internati della Valle. Abbonda inoltre di patate, granaglie, avena, miele, cera e formaggi, non che legnami di costruzione. La canapa ed il lino sono pur anche coltivati.

Le principali communicazioni colle vallate adiacenti sono.

1.° *Colla Valle di S. Martino*, da Perosa lungo il Rio Germagnasca, e da Gargiour nel Vallone Rourcet e pel Col Clapier, da Fenestrelle pel Col de l'Albergian, e dalle Traverse pel Col del Pis.

2.° *Nella Valle del Sangone*, da Villaretto pel Col di Rousse a Giaveno, e da Fenestrelle pel Col Malamotte.

3.° *Nella Valle di Susa*, pei colli dell'Orsiera, delle Finestre, delle Vallette, dell'Assietta, di Colombano e di Basset.

I ponti N.i 1 2 3 4 5 6 e 7 sono in pietra
I ponti N.i 8 9 10 11 12 13 14 e 15 sono in legno
Gli altri sono tombini in muratura.
Alla Ridotta Carl'Alberto havvi 2 ponti levatoi.

La distanza da Pinerolo a Cesanne è di 14 ore e 52 minuti, cioè:

Pianura	ore	10	minuti	6
Salita	„	1	„	54
Discesa	„	2	„	52
Totale	ore	14	minuti	52

Segni convenzionali

Osservazioni particolari

Pinerolo può alloggiare	10	Batt.ne	10	Squad.ri di Cavalleria	
Abbadia può alloggiare	4	Batt.ne	2	Squad.ri	
Riette	„ 2	„	1	„	
S. Martino	„ 2	„			
Le Porte	„ 1	„			
S. Germano	„ 2	„			
Villar Perosa	„ 2	„			
Dubione	„ 1	„			
Pinasca	„ 2	„			
Perosa	„ 6	„	2	„	
Certosiera	„ 1	„			
Serre du Bois	„ 1	„			
Chateau	„ 1	„			
Giargiour	„ 1	„			
La Balma	„ 1	„			
Villaretto	„ 2	„	per estendendosi nelle minori località vicine.		
Montaulles	„ 2	„			
Fenestrelle	„ 4	„	ed 1 Squad.r		
La Fortezza	„ 4	„	ed ha viveri per 6 mesi, non che gran corredo di munizioni		
Usseaux può alloggiare	1 Batt.e				
Balboutet	„ 1	„			
Pourrières	„ 1	„			
Fraisse	„ 1	„			
Souchières Basses	„ 1	„			
Grand Puy	„ 1	„			
Rua, Souchières Hautes, Rivets e Granges possono alloggiare	2	Batt.e e 1 Squad.r			
Traverses può alloggiare	1/2	„	1/2	„	
Villar Damont	„ 1/2	„			
Plan e Pattemouche	1	„			
Duco e Chezal	„ 1	„			
Sauze e Cesanne	„ 1/2	„	1	„	
Champlas du Col	„ 1	„	1/2	„	
Champlas Janvier	„ 1/2	„			
Rollières	„ 1	„	e 25 cavalli		
Bousson	„ 2	„	e 1 Squad.r		
Sansicari	„ 1/2	„			
Cesanne	„ 2	„	1	„	

Le altre località non possono alloggiare che piccole frazioni di truppa.

In Pinerolo, Perosa, Fenestrelle e Cesanne trovansi poste di cavalli.

Percorrendo questa strada, converrà far osservare i colli laterali e le alture onde evitare le sorprese e proteggere la marcia.

Le piene di questo Rio danneggiano spesso la strada.

§ 141. Descrizione delle forme caratteristiche del terreno.

Le varie forme caratteristiche del terreno si distinguono sotto l'aspetto militare, in :

a *Montagne.*
b *Colline.*
c *Pianure.*
d *Coste marittime.*

a) *Montagne.* La ricognizione delle montagne può essere generale o parziale, secondo che si eseguisce in tutto il loro sviluppo, oppure si limita a semplici località.

Descrivendo qui il metodo e gli oggetti a considerarsi per rispetto ad un sistema intero di montagne, sarà poi facile all'Ufficiale incaricato di una ricognizione parziale di limitare la memoria descrittiva a quella località soltanto ed a quelle cose, che maggiormente gli importa conoscere.

1° *Catena e contrafforti principali.* Direzione, andamento e sviluppo della catena principale — contrafforti principali che formino le valli primarie e quelli delle valli secondarie — acque che scendano a destra ed a sinistra della linea di divisione delle acque (*displuvio*) — se le pendici o fianchi siano di roccie o terrosi; se erte, se più o meno inclinate — natura e coltura del suolo — se praticabili; se difficili od inaccessibili — poggi ed altipiani notevoli; loro comando relativo — se, ed in quali epoche i monti siano coperti di neve, — se, e dove sianvi ghiacciai — quali torrenti, rivi, burroni, scorrano lungo i fianchi — luoghi abitati principali.

2° *Valli e valloni.* Origine, corso e sbocco della valle o vallone — correnti d'acqua (V. *Acque*) — natura del suolo — città, piazze, forti, castella, villaggi, casali, edifizi principali, boschi e foreste che si trovino nella valle; loro giacitura — risorse statistiche della valle principale in viveri, legna, acqua potabile ecc.

3° *Strade e passaggi.* Direzione e natura delle strade e sentieri

tanto nelle valli che sui monti; loro condizione e direzione; finalmente tutto quanto si riferisce alle strade (V. *Ricognizione delle strade)*—scorciatoi principali; per chi praticabili— epoche in cui succedano tormente o bufere, ove cadano frane o valanghe, per cui riesca pericoloso il valicare i monti — indicare ove siano le strette, i passi o le gole, per cui sia più facile il passaggio — qualità e natura di tali passaggi.

4° *Considerazioni militari.* Quali sieno le posizioni più importanti per la difesa e quali più utili per accampare le truppe — opere che possano rendere più proficua la difesa — determinare approssimativamente il comando ed i profili delle alture utili ad occuparsi—le strade e sentieri da rendersi impraticabili, o da riparare o da aprirsi nuovi; per quali armi praticabili—se la cresta del monte sia praticabile alla truppa — se i passi o colli facciano capo avanti o dietro la posizione che si deve occupare — se siano facili a difendersi o ad essere girati dal nemico: forze necessarie per occuparli o per attaccarli — partito che si potrebbe trarre dall'occupazione delle città , de' villaggi, dei forti, delle castella ecc. — loro risorse economiche — se le comunicazioni dei magazzeni, degli ospedali, ecc., colle posizioni siano facili — se il nemico possa intercettarle o girarle — mezzi per difenderle.

b) *Colline.* In generale le ricerche indicate per le montagne sono applicabili alle ricognizioni delle colline; se non che offrendo esse in generale frequenti e forti posizioni militari, è necessario che la ricognizione ne sia fatta sopra un'estensione comparativamente maggiore in ragione appunto del numero e della facilità delle comunicazioni che complicano la difesa ed agevolano le mosse offensive del nemico. La ricognizione di questi paesi esige la massima attenzione ed il colpo d' occhio più sicuro , onde non dimenticare alcuna di quelle osservazioni che possono guidare un comandante di corpo a ben eseguire l' operazione che gli venne affidata.

c) *Pianure.* La ricognizione delle pianure è una delle operazioni più importanti , perchè sulle pianure appunto hanno

quasi sempre luogo le grandi battaglie ordinate. Quando le pianure sono lisce e non svariate da accidenti, la loro ricognizione dovrà estendersi ad un' area di terreno proporzionatamente maggiore, poichè, sia che si tratti d'attacco come di difesa , la natura del terreno non frapponendo serii ostacoli, sarà mestieri spingere più oltre il raggio d'osservazione e riconoscere il suolo a varii chilometri all'intorno.

Nella ricognizione delle pianure, debbonsi osservare le cose seguenti:

1° *Aspetto generale della pianura.* Estensione e configurazione della pianura—se perfettamente piana o ineguale — se coperta o scoperta.

2° *Aspetto fisico del suolo.* Le città, le piazze, i forti, i villaggi, i casali, i castelli egli edifizii egli oggetti notevoli che s'incontrano nella pianura, i corsi d'acqua naturali od artificiali che la solcano —gli stagni, le paludi ec., le comunicazioni varie che l'attraversano—i boschi, i terreni coltivati ed incolti che vi si trovano.

Le particolarità che riguardano tutti questi oggetti, trovansi descritte nei rispettivi §§ che trattano delle singole ricognizioni , e dall'esame appunto dei medesimi , si determinano in complesso i caratteri della pianura sotto il punto di vista militare. Perciò la ricognizione della pianura abbraccia eziandio la descrizione delle singole località.

3° *Considerazioni militari.* Descrivere attentamente quali sieno le migliori linee d'operazione — le posizioni militari ed i migliori siti per accampare — quali risorse possano presentare , tanto in caso d'attacco che di difesa, le città, i villaggi e le case— quali siti siano utili a fortificarsi—quali più acconci per lo stabilimento degli spedali, dei magazzini, dei depositi e simili — risorse economiche della pianura riconosciuta.

d) *Coste marittime.* 1° *Aspetto generale delle coste.* Loro sviluppo e forma — se sabbiose o rocciose; accessibili od inaccessibili— siti favorevoli all'ancoraggio; qual sia la portata dei bastimenti—se vi siano scogli ed a quale distanza; se rade, cale , golfi, porti, ecc. — se vi siano strade lungo il litorale — se

sia facile e spedito il praticarne una carreggiabile — fiumi o fiumane che mettano nel mare — fabbricati principali lungo le coste—arsenali, darsene, magazzeni, lazzaretti, forti, torri, batterie, argini, città, borghi, villaggi e fari (se a fuoco fisso o mobile) che si trovano sulla costa.

2° *Porti.* Loro situazione — ampiezza; profondità — qualità del fondo — loro sicurezza e pericoli — facilità o difficoltà d'entrare, d'uscire — venti favorevoli o contrarii — flusso e riflusso del mare; altezza—natura dei moli e delle spiagge—ove si trovi l'acqua dolce.

3° *Adiacenze.* La ricognizione delle coste deve estendersi al terreno adiacente verso l'interno: descriverne le accidentalità e la natura; esaminare i corsi d'acqua, la qualità delle strade, se sieno parallele o perpendicolari alla costa ; notare tutti gli oggetti locali descritti nelle altre ricognizioni.

4° *Considerazioni militari.* Punti vantaggiosi alla difesa lungo le coste, ed al collocamento delle batterie — a qual distanza le navi da guerra possano approssimarsi alla costa— località favorevoli agli sbarchi od alla difesa — fortificazioni e batterie da costa — statistica e risorse dei luoghi abitati—numeri di bastimenti e piroscafi che all'occorrenza si potrebbero noleggiare per imbarcare truppe o materiali , e loro portata — posizioni atte a coprire il paese limitrofo alla costa.

Avvertasi che dovendo eseguire una minuta ricognizione delle coste, sarebbe d'uopo valersi d'un Ufficiale di marina.

§ 142. Descrizione della coltura del terreno.

Egli è assai importante il conoscere quale sia la coltura del suolo, onde poterne inferire qnali armi vi possano agire.

Le diverse specie di terreni si dividono, per rispetto alle loro produzioni, in :

a *Campi.*

b *Prati.*

c *Vigne.*

d *Risaie.*

e *Orti o giardini.*

f *Lande, gerbidi, terreni incolti.*

g *Boschi e selve.*

a) *Campi.* Loro estensione—se in terreno forte ovvero sabbioso—se lavorati a solchi o no—direzione dei medesimi—se contornati da alberi—se divisi fra loro da fossi—se a maggese (*jachère*)—qualità delle piante seminate; altezza loro—strade ed acque che li attraversino.

b) *Prati.* In parte come sopra. Aggiungere: se irrigati o no—se il suolo sia abbastanza sodo per la cavalleria e per l'artiglieria—quantità dei foraggi che possano somministrare—epoche in cui si raccolgano i fieni.

c) *Vigne.* Loro estensione—se situate in pianura od in collina, ed in quest'ultimo caso quale la pendenza della china—se vi siano alberi o no—se a tralci bassi od a ceppaia, ovvero a filari od a pergolati—quale la distanza dei filari—se essi siano disposti nella direzione della pendenza, ovvero nel senso delle curve orizzontali—se solcate da strade, da sentieri o da corsi d'acqua e di quale natura—se circondate da muri, da siepi, da fossi, da palizzate—quali armi potrebbero occuparle od attraversarle.

d) *Risaie.* Per le terre coltivate a risaie, annoverandosi queste fra i terreni paludosi, si osserveranno presso a poco le cose indicate per gli stagni e paludi, e più specialmente le seguenti: se di recente o di antica costruzione—se facili ad asciugarsi o no—se guadabili dalla fanteria senza pericolo.

d) *Orti o giardini.* In parte come sopra. Aggiungere se chiusi da muri, da siepi, da fossi, da zolle ecc.; in qual modo possano giovare alla difesa.

S'incontrano talvolta certi muri a secco formati dai contadini nel mondare ch'essi fanno il suolo lavorato, dalle pietre sparsevi. Converrà indicarne la disposizione e costruzione, potendo questi muri essere utilizzati per la difesa.

f) *Lande, gerbidi, terreni incolti.* In parte come sopra. Ag-

giungere: se solcati da burroni, da rivi — se l'artiglieria e la cavalleria possano percorrerli in tutti i sensi — se sparsi di cespugli.

g) *Boschi e selve.* 1° *Esame generale.* Loro posizione ed estensione — se giacciano in terreno piano ovvero montuoso — configurazione del contorno — qualità degli alberi; se di alto fusto, se cedui—natura del suolo; se asciutto o paludoso.

2° *Interno dei boschi.* Se si trovino radure—se vi siano punti poco accessibili—strade, sentieri e corsi d'acqua che li attraversino—luoghi abitati e dominanti.

3° *Adiacenze.* Accidentalità e natura del terreno all'intorno—abitazioni e corsi d'acqua, loro distanza dal bosco.

4° *Considerazioni militari.* Come si possa utilizzare il bosco per la difesa—quali siano le comunicazioni che copre—se possa essere facilmente girato — se le strade entro il bosco od adiacenti sieno praticabili — se vi siano posizioni militari nello interno — partito che si possa trarre dalle abitazioni ò radure nell'interno e dai terreni adiacenti — punti sul margine, utili ad occuparsi — se le colonne allo sbocco della selva possano facilmente spiegarsi.

Per riconoscere attentamente un bosco è mestieri che l' Ufficiale percorra:

1° Il limite esterno del bosco o della selva.

2° Le varie strade e sentieri che vi danno accesso.

3° Le comunicazioni e punti importanti nell'interno.

§ 143. Descrizione dei luoghi abitati.

Le città, i villaggi, ed i fabbricati vari influiscono molto sulle operazioni militari, perchè presentano quasi sempre mezzi di occupazione e di difesa. Dividonsi le ricognizioni dei fabbricati varii in ricognizioni di:

a *Città e villaggi aperti.*

b *Città fortificate.*

c *Forti e fortini.*

d *Castelli, edifizii e case isolate.*

a) *Città e villaggi aperti.* 1° *Esame generale delle città.* — Si dovrà dare un'idea generale della costruzione, della grandezza e della disposizione delle città — se il suolo su cui giacciono sia montuoso, piano, intersecato, liscio o svariato all'intorno — se gli abitati siano riuniti o disseminati — se le case siano costrutte in mattoni, in pietra, od in legno, coperte di tegole, di paglia o di ardesie — se vi abbiano edifizi di solidità speciale — indicare le chiese, i cimiteri, i magazzini, le caserme, gli ospedali, le manifatture, le torri, le piazze spaziose od anguste, le vie dirette o tortuose, e quest'ultime se selciate o no — quali siano gli sbocchi o le porte principali; distanze e comunicazioni colle città vicine — strade di circonvallazione — se le città abbiano comando sulla campagna — se siano circondate in tutto od in parte da muri di cinta, ovvero da giardini, da canali o da ruscelli, da fosse, da filari d'alberi, da siepi, da arginature, ecc.

2° *Adiacenze.* Natura e specie di coltura del terreno adiacente — facilità o difficoltà degli accessi — se vi siano spianati, se corsi d'acqua in vicinanza, o se terreni dominanti, ecc.

3° *Statistica.* Popolazione, sue tendenze, sua industria e commercio — autorità e personaggi più influenti — se esistano presso il municipio carte o mappe cadastali — epoche in cui avvengano le fiere od i mercati pubblici — indicare il clima e le malattie più frequenti; loro durata e stagione.

Per quanto concerne le risorse d'ogni genere, si fa uso dello specchio seguente:

COMUNI		
Popolazione		
Case abitate		
Uomini	Milizia	
Fucili		
Muratori	Industria	
Falegnami		
Fabbri		
Seghe		
Molini		
Forni		
Carri	Mezzi di trasporto	
Battelli		
Cavalli		
Muli		
Asini		
Grosso Bestiame		
Piccolo Bestiame		
Granaglia	Viveri	
Foraggi		
Avena		
Vino		
OSSERVAZIONI		

4° Considerazioni militari. Mezzi onde porre la città od il villaggio, oggetto della ricognizione, in istato di difesa — posizioni favorevoli nei dintorni — edifizi che possano servire di ridotto interno — quali mezzi per asserragliare le vie, gli aditi, e porre in istato di difesa il recinto esterno — se la città od il villaggio copra la via di ritirata — siti propri alla sicurezza delle salmerie e dei parchi — mezzi per alloggiamento delle truppe d'ogni arma, e per lo stabilimento di magazzini, di ospedali, di quartieri generali, ecc. — risorse in viveri, in foraggi, in oggetti di vestiario, in danaro, ecc. (*a*).

b) *Città fortificate o piazze.* D'ordinario le piazze da guerra sono riconosciute dagli Ufficiali del Genio, dell'Artiglieria o dello Stato-maggiore, esigendosi nozioni speciali per determinare rigorosamente i mezzi di difesa e l'importanza strategica. Però si riassumeranno qui, per sommi capi, i principali oggetti di tali ricognizioni.

Oltre alle norme indicate per le città aperte, si avranno presenti le considerazioni militari che seguono:

Si darà un'idea generale della situazione, figura, grandezza e disposizione della piazza — se le fortificazioni siano in muratura od in terra — se radenti o rilevate — di qual natura i rivestimenti — condizioni in cui trovansi le fortificazioni — quali edifizi e stabilimenti militari contengano — se siavi una cittadella — un campo trincierato — quali siano i fronti più favorevoli all'attacco — forza, natura dell'armamento d'ogni fronte

---

(*a*) Riguardo alle sussistenze richiedonsi giornalmente per 1000 soldati:

N°	1	Bue o 25 Montoni.
»	7	Sacchi ossia 80 decalitri di frumento.
»	15	Kilogrammi di lardo.
»	19	» sale.
»	184	» riso.
»	60	» legumi.

E per 1000 cavalli:

»	7500	Kilogrammi di fieno.
»	86	Ettolitri di avena.

— condizione e numero delle opere avanzate; loro relazione col terreno all'intorno e col corpo della piazza — vantaggi che la piazza possa ritrarre dalle acque per la sua difesa — se esistano sistemi di contromine — se il terreno circostante sia favorevole o no alla difesa — approvigionamento in munizioni da guerra e da bocca — forza e composizione del presidio necessario per la difesa della piazza e per l'occupazione dei posti principali — facilità o difficoltà d' impadronirsi della piazza mediante un assedio formale, e relative forze necessarie — se vi siano località che permettano alle truppe assedianti di avvicinarsi alla piazza al coperto.

c) *Forti e fortini.* Situazione, forma e grandezza dei forti o dei fortini — genere di fortificazione, se permanente o campale, se radente o rilevata — se i fortini siano favoriti dalla configurazione del suolo — se impediscano il passo della strada — natura dell'armamento — forza del presidio, e quanto tempo possa resistere — se i forti possano essere girati, o se debbano essere forzatamente attaccati — punti più deboli — mezzi di sussistenza.

d) *Castelli, case od edifizi isolati.* 1° *Castelli*; Loro posizione — loro forma e capacità — forza necessaria per presidiarli — se vi si possa condurre e collocare artiglieria — se si possano prontamente mettere in istato di difesa — se gli accessi e terreni adiacenti li favoriscano.

2° *Case ed edifizi isolati.* — Capacità delle case isolate — loro distanza da altri abitati — grossezza de'muri — se cinti da giardini — se propri ad una difesa — se dominanti o dominati — se coprano la via di ritirata.

APPENDICE

LEZIONI PRATICHE DI TOPOGRAFIA.

—

La teorica è madre della pratica. Senza la prima mal si potrebbe giungere alla seconda, e senza di questa, sterile quella riescirebbe. Se v'ha studio in cui si richieda un lungo esercizio pratico, egli è per certo quello della Topografia. Ond'è che lunghe e replicate esercitazioni sul terreno richiedonsi per bene imparare questa scienza nelle sue applicazioni. Come debbansi eseguire queste esercitazioni, le lezioni teoriche lo additano abbastanza; sol vuolsi avvertire ch'esse si dovranno intraprendere nella buona stagione allorchè l'operatore siasi già fatto alquanto abile nel disegno, seguendo presso a poco il programma che si ravvisa utile di qui appresso indicare, per un corso pratico completo.

PROGRAMMA

PER UN CORSO COMPLETO D'ISTRUZIONE PRATICA DI TOPOGRAFIA.

1° Tracciamento degli allineamenti con paline tanto sur un terreno piano quanto sur un terreno inclinato.

Misura delle distanze colla canna e colla catena metrica.

Rapporto fra il metro ed il passo.

2° Risoluzione dei seguenti problemi, con e senza la cordicella.

a Da un punto dato, condurre una parallela ad una retta.

b Da un punto dato sopra una retta, innalzare una perpendicolare a questa retta.

c Da un punto accessibile posto fuori di una retta, abbassare una perpendicolare sulla retta stessa.

d Da un punto inaccessibile abbassare una perpendicolare sopra una retta data.

e Innalzare una perpendicolare all'estremità di una retta che non si possa prolungare.

f Prolungare una retta al di là d'un ostacolo.

g Dividere un angolo dato in due parti uguali.

h Condurre una retta che faccia con un'altra un angolo di 60 gradi.

i Misurare una distanza orizzontale inaccessibile ad una delle sue estremità (p. e. la larghezza d'un fiume) (*a*).

k Misurare una distanza orizzontale inaccessibile alle due estremità.

l Misurare un'altezza verticale accessibile al suo piede.

m Misurare un'altezza verticale inaccessibile al suo piede.

n Due punti accessibili essendo cogniti di posizione, e situati in terreno scoperto, determinare la posizione di un terzo punto inaccessibile.

o Trovare la direzione della capitale d'un saliente a cui non si possa avvicinare.

3° Verificazione ed uso dello squadro agrimensorio — Tracciamento d' allineamenti tanto sur un terreno piano che sur un terreno inclinato.

4° Soluzione dei seguenti problemi collo squadro.

a Da un punto dato sopra una retta innalzare una perpendicolare a questa retta.

b Da un punto dato fuori di una retta abbassare una perpendicolare sulla retta stessa.

c Da un punto dato, condurre una parallela ad una retta.

d Prolungare una retta al di là di un ostacolo.

e Dividere un angolo dato in due parti eguali.

(*a*) Tanto questo, quanto alcuni altri dei citati problemi, sono suscettibili di varie soluzioni.

f Misurare una distanza accessibile soltanto alle sue estremità.

g Misurare una distanza inaccessibile ad una delle sue estremità.

h Misurare una distanza inaccessibile alle sue estremità.

5° Levata dei piani collo squadro agrimensorio.

6° Verificazioni dello squadro graduato, e levata d'una superficie di terreno col medesimo, impiegando i tre metodi.

7° Verificazione della bussola e levata con questo stromento in terreno tanto scoperto che coperto. — Uso della bussola declinata. Tracciamento di una meridiana sul terreno. — Trovare la direzione della capitale d'un saliente a cui non si possa avvicinare.

8° Verificazioni e correzioni degli stromenti che compongono la tavoletta pretoriana; cioè livello, diottra e stadia.

9° Triangolazione grafica. — Determinazione della meridiana tanto sul terreno quanto sulla tavoletta. — Determinazione della proiezione d'un punto di stazione, essendo cogniti tre punti sul piano: 1° Col mezzo della carta trasparente; 2° Col mezzo del piccolo triangolo riducentesi ad un sol punto. — Levata dei particolari d'una superficie di terreno, tanto in pianura quanto in montagna. — Tracciamento delle curve orizzontali.

10° Verificazioni del teodolite e triangolazione per una rete topografica trigonometrica, eseguendo tutte le altre operazioni prescritte per la determinazione della rete, indipendentemente dai dati della triangolazione geodetica.

11° Levata speditiva d'un piano colla tavoletta portatile di campagna.

12° Uso del sestante graduato ad un solo specchio per le levate speditive. — Misura delle distanze inaccessibili. — Rete topografica speditiva col sestante.

13° Uso del sestante graduato a due specchi. — Misura delle distanze zenitali.

14° Uso dello squadro di campagna, della bussola di Burnier, del livello a mano e della stadia a mano per le levate speditive.

15° Levata a vista percorrendo il terreno.

16° Levata a vista stabilendosi sovra un punto determinato.

17° Levata d'un piano a memoria, sia per mezzo d'informazioni, sia per mezzo d'un rapido sguardo gettato sul terreno.

18° Ricognizioni topografiche con carta alla mano.

19° Uso del livello ad acqua e del livello a cannocchiale. — Verificazione di quest'ultimo. — Trovare la differenza di livello fra due punti. — Livellazione semplice e livellazione composta. — Levare il profilo d'un terreno nel senso longitudinale, e rapportare la livellazione alla stessa linea di livello. — Levare il profilo d'un terreno nel senso trasversale, collegarlo col profilo longitudinale, e rapportare l'intera livellazione ad un sol piano di paragone.

20° Modo di scandagliare i terreni coperti dalle acque.— Determinare sul piano la posizione dei punti di scandaglio.

21° Uso del barometro per la misura delle altezze. — Calcolo delle altezze colle tavole d'Oltmanns.

22° Ricognizioni topografico-militari, ossia levate a vista percorrendo il paese di ricognizione, accompagnando il piano della relativa memoria descrittiva.

23° Compilazione d'itinerarii per alcuni chilometri, tanto in pianura quanto in montagna.

Affinchè le sovra accennate lezioni pratiche di topografia possano riescir proficue, si richiedono almeno 100 giorni di esercitazioni sul terreno, lavorando in media 12 ore al giorno.

FINE.

INDICE

TITOLO I.

NOZIONI E DEFINIZIONI GENERALI.

§ 1. Introduzione allo studio della Topografia. — Utilità delle carte e dei piani . . . . . *Pag.* 1
§ 2. Definizione della Topografia. . . . . » 2
§ 3. Distinzione fra le carte ed i piani . . . . . » 3
§ 4. Divisione della Topografia in Topografia propriamente detta ed in Memorie descrittive . . . . . » 4

TITOLO II.

TOPOGRAFIA PROPRIAMENTE DETTA.

CAPO PRIMO.

MODO DI RAPPRESENTARE UNA PORZIONE DI SUPERFICIE TERRESTRE.

§ 5. Proiezioni. — Proiezione prospettica. — Proiezione naturale » 6
§ 6. Limite della proiezione orizzontale per la costruzione delle carte . . . . . » 8
§ 7. Rilievo del terreno. . . . . » 11
§ 8. Divisione della Topografia propriamente detta in Planimetria ed in Livellazione . . . . . » 12

CAPO SECONDO.

DELLE SCALE.

§ 9. Scala di proporzione . . . . . *Pag.* 13
§ 10. Riduzione di qualunque scala alla forma di frazione avente l'unità per numeratore . . . . . » 15
§ 11. Scala grafica — Scala grafica semplice — Scala a traversali in metri — Scala a traversali in trabucchi. . . . » 16
§ 12 Dedurre la scala di proporzione dalla scala grafica segnata sul piano. . . . . » 20
§ 13. Cercare la scala di proporzione quando la carta non porta alcuna indicazione di scala. . . . . » 22
§ 14. Utilità per una carta di portare l'indicazione delle due scale . . . . . » ivi
§ 15. Scale antiche usate in Piemonte . . . . . » 23
§ 16. Classificazione delle carte secondo le loro scale . . . » ivi

CAPO TERZO.

RAPPRESENTAZIONE DEL TERRENO.

ARTICOLO PRIMO. — *Aspetto fisico del suolo.*

§ 17. Sguardo generale sulla configurazione del terreno. — Displuvio, impluvio, versante, valle, fiume, influente, bacino. — Osservazioni alla teoria generale . . . » 26
§ 18. Studio delle terre. — Monti. Catene. Colline. — Classificazione delle montagne. — Ghiacciai. — Osservazioni sulla catena delle Alpi. — Valli. — Alte e basse valli. — Pianure . . . . . » 30
§ 19. Studio delle acque. — Osservazioni sul corso de' fiumi. Cateratte. Guadi. Piene . . . . . » 37

ARTICOLO SECONDO. — *Teoria del rilievo del terreno.*

§ 20. Metodo delle curve orizzontali. . . . . » 42
§ 21. Costruzione de' profili. . . . . » 46
§ 22. Equidistanza . . . . . » 48
§ 23. Distanza orizzontale fra le curve . . . . . » 49
§ 24. Metodo delle linee di maggior pendenza . . . . . » 51

§ 25. Concorso delle linee di maggior pendenza colle curve orizzontali per la rappresentazione del terreno. — Tracciamento delle normali . . . . . *Pag.* 54

ARTICOLO TERZO. — *Del disegno topografico.*

§ 26. Proprietà della luce . . . . . » 56
§ 27. Fenomeni del chiaro-scuro . . . . . » 58
§ 28. Del lumeggiamento. — Parallelo fra il sistema della luce a 45° e quello della luce zenitale . . . . . » 60
§ 29. Del disegno a tratteggi . . . . . » 63
§ 30. Rappresentazione dei singoli oggetti. — Segni convenzionali . . . . . » 66
§ 31. Del disegno a penna ed a matita. . . . . » 69
§ 32. Del disegno all'acquarello . . . . . » 70
§ 33. Delle scritture . . . . . » 72
§ 34. Del quadro del piano. . . . . » 74
§ 35. Materiali del disegno e corredo del disegnatore . . . » 75
§ 36. Modo di rapportare un angolo. . . . . » 78
Specchio dei caratteri e delle altezze delle scritture. » 81

ARTICOLO QUARTO. — *Della copia e della riduzione delle carte e dei piani.*

§ 37. Della copia delle carte e dei piani . . . . . » 96
§ 38. Del compasso a verga o fedele. . . . . » 97
§ 39. Della riduzione delle carte e de' piani. — Riduzioni lineari e riduzioni superficiali . . . . . » 99
§ 40. Di alcuni stromenti per la riduzione. de' piani. — Compasso di riduzione. — Del Pantografo . . . . . » 103
§ 41. Problemi varii, relativi alla riduzione de' piani . . . » 107

CAPO QUARTO.

DELLA PLANIMETRIA, OSSIA LEVATA DEI PIANI TOPOGRAFICI.

ARTICOLO PRIMO. — *Preliminari alle operazioni topografiche.*

§ 42. Definizione della Planimetria . . . . . » 112
§ 43. Piano topografico . . . . . » 113
§ 44. Rete topografica e triangolazione . . . . . » ivi
§ 45. Segnali . . . . . » 115

§ 46. Scelta de' vertici de' triangoli . . . . . *Pag.* 116
§ 47. Scelta e misura della base . . . . . » 118
§ 48. Misura degli angoli . . . . . » 121
§ 49. Orientamento. . . . . » 124
§ 50. Determinazione della Meridiana: 1° per mezzo delle altezze corrispondenti del sole; 2° per mezzo della stella polare; 3° per mezzo della declinazione dell'ago magnetico . . . . . » ivi
§ 51. Posizione de' punti di una rete trigonometrica riferita a due assi ortogonali . . . . . » 131
§ 52. Piani regolari e piani speditivi . . . . . » 140
§ 53. Stromenti per la levata de' piani . . . . . » 141

ARTICOLO SECONDO. — *Stromenti per la misura delle distanze, e soluzioni geometrico-pratiche sul terreno.*

§ 54. Generalità sulla misura delle distanze . . . . . » 142
§ 55. Tracciamento degli allineamenti . . . . . » 143
§ 56. Misura delle distanze colla canna metrica . . . . . » 145
§ 57. Misura delle distanze colla catena metrica . . . . . » 147
§ 58. Problemi varii di Geometria pratica . . . . . » 149

ARTICOLO TERZO. — *Dello Squadro agrimensorio.*

§ 59. Descrizione dello Squadro agrimensorio . . . . . » 174
§ 60. Verificazione dello Squadro . . . . . » 175
§ 61. Soluzione di varii problemi collo Squadro . . . . . » 177
§ 62. Levata de' piani collo Squadro. . . . . » 185
§ 63. Valutazione delle aree. . . . . » 189

ARTICOLO QUARTO. — *Dello Squadro graduato.*

§ 64. Descrizione dello Squadro graduato . . . . . » 192
§ 65. Verificazione dello Squadro graduato . . . . . » 194
§ 66. Levata de' piani collo Squadro graduato . . . . . » 199

ARTICOLO QUINTO. — *Del Grafometro.*

§ 67. Descrizione del Grafometro . . . . . » 204
§ 68. Alidada a traguardi . . . . . » 205
§ 69. Modo di misurare un angolo . . . . . » 207
§ 70. Verificazioni e correzioni dello stromento . . . . . » 208
§ 71. Soluzione di alcuni problemi col Grafometro . . . . » 211

ARTICOLO SESTO. — *Della Bussola topografica.*

§ 72. Proprietà dell'ago calamitato. — Declinazione ed inclinazione . . . . . *Pag.* 217
§ 73. Descrizione della Bussola topografica. . . . . » 221
§ 74. Verificazioni e correzioni dello stromento . . . . . » 225
§ 75. Levata de' piani colla Bussola . . . . . » 231
§ 76. Bussola declinata. — Tracciamento di una linea meridiana sul terreno . . . . . » 237
§ 77. Trovare la capitale di un saliente a cui non si può avvicinare . . . . . » 238
§ 78. Conclusione intorno all'uso della Bussola . . . . . » 241

ARTICOLO SETTIMO. — *Della Tavoletta pretoriana.*

§ 79. Descrizione delle varie parti dello stromento . . . . » 243
§ 80. Della Tavoletta . . . . . » 244
§ 81. Metodi per tener la carta distesa sulla Tavoletta. . . » 245
§ 82. Del livello a bolla d'aria. — Sua verificazione e correzione . . . . . » 246
§ 83. Della Diottra . . . . . » 248
§ 84. Dell'Ecclimetro . . . . . » 251
§ 85. Del Nonio o Vernier . . . . . » 252
§ 86. Verificazioni e correzioni della Diottra . . . . . » 256
§ 87. Del Declinatore . . . . . » 265
§ 88. Della Stadia . . . . . » 266
§ 89. Della scala di riduzione . . . . . » 278
§ 90. Levata dei piani colla Tavoletta pretoriana — Triangolazione grafica. — Determinazione del punto di stazione. — Modo di trar partito d'un punto, la cui proiezione cadrebbe fuori della Tavoletta. — Levata dei particolari o determinazione dei singoli oggetti. — Determinazione delle quote di livello e tracciamento delle curve orizzontali . . . . . » 279
§ 91. Inconvenienti e vantaggi della Tavoletta pretoriana . . » 300

ARTICOLO OTTAVO. — *Del Teodolite.*

§ 92. Descrizione del Teodolite. . . . . » 303
§ 93. Ripetizione degli angoli . . . . . » 306
§ 94. Verificazioni e correzioni del Teodolite . . . . . » 307
§ 95. Misura degli angoli col Teodolite. . . . . » 312
§ 96. Uso dei quattro nonii del Teodolite ripetitore. . . . » 313

ARTICOLO NONO. — *Levate speditive de' piani topografici in genere.*

§ 97. Definizione delle levate speditive . . . . . *Pag.* 316
§ 98. Norme generali sulle levate speditive in genere . . . » 317
§ 99. Misura delle distanze col passo dell'uomo, del cavallo e coll' orologio. . . . . » 318
§ 100. Descrizione della Tavoletta portatile di campagna . . » 321
§ 101. Uso della Tavoletta portatile per le levate speditive . . » 324
§ 102. Principii generali, sui quali è fondata la costruzione degli stromenti a riflessione. . . . . » 326
§ 103. Descrizione del Sestante graduato a due specchi . . . » 329
§ 104. Descrizione del Sestante graduato ad un solo specchio . » 332
§ 105. Descrizione del Sestante grafico. . . . . » 334
§ 106. Uso del Sestante graduato per le levate speditive. . . » 336
§ 107. Uso del Sestante a due specchi per la misura approssimativa delle distanze zenitali, e delle pendenze del terreno . » 337
§ 108. Squadro di campagna . . . . . » 341
§ 109. Bussola di Burnier . . . . . » 342
§ 110. Livello a mano . . . . . » 343
§ 111. Cannocchiali portatili con micrometro. . . . . » 347
§ 112. Stadia a mano . . . . . » 350
§ 113. Definizione delle levate a vista . . . . . » 355
§ 114. Divisione delle levate a vista: 1° Levate percorrendo il tereno che si vuol levare; 2° Levate stabiliendosi sopra un punto determinato; 3° Levate a memoria o per informazioni. . . . . » 356
§ 115. Ricognizioni topografiche con carta alla mano . . . . » 362

CAPO QUINTO.

DELLA LIVELLAZIONE.

ARTICOLO PRIMO. — *Principii generali sulla livellazione.*

§ 116. Oggetto della livellazione. . . . . » 367
§ 117. Livello vero e livello apparente. . . . . » 368
§ 118. Effetti della refrazione. . . . . » 371

ARTICOLO SECONDO. — *Istromenti impiegati nella livellazione.*

§ 119. Che cosa sia un livello . . . . . » 375
§ 120. Del livello ad acqua . . . . . » 376

§ 121. Del livello a bolla d'aria. — Livello a cannocchiale. . *Pag.* 378
§ 122. Descrizione della mira. . . . . » 382

ARTICOLO TERZO. — *Operazioni di livellazione.*

§ 123. Come sia data una differenza di livello . . . . . » 385
§ 124. Della livellazione semplice . . . . . » 386
§ 125. Della livellazione composta . . . . . » 388
§ 126. Modo di rapportare le livellazioni alla stessa linea o piano di livello. . . . . » 391
§ 127. Livellazione trasversale . . . . . » 393
§ 128. Registro per le livellazioni . . . . . » 394
§ 129. Dei profili. . . . . » 396

ARTICOLO QUARTO. — *Modo di scandagliare i terreni coperti dalle acque.*

§ 130. Scandaglio o Sonda . . . . . » 398
§ 131. Modo di determinare il punto di scandaglio sul piano. . » 399

ARTICOLO QUINTO. — *Cenni sulle altezze barometriche.*

§ 132. Altezze ottenute col Barometro . . . . . » 403
§ 133. Norme a seguirsi nelle osservazioni barometriche . . . » 405

TITOLO III.

TOPOGRAFIA SCRITTA, OSSIA MEMORIE DESCRITTIVE.

ARTICOLO PRIMO. — *Preliminari.*

§ 134. Oggetto ed utilità delle Memorie descrittive . . . . . » 407

ARTICOLO SECONDO. — *Ricognizioni topografico-militari.*

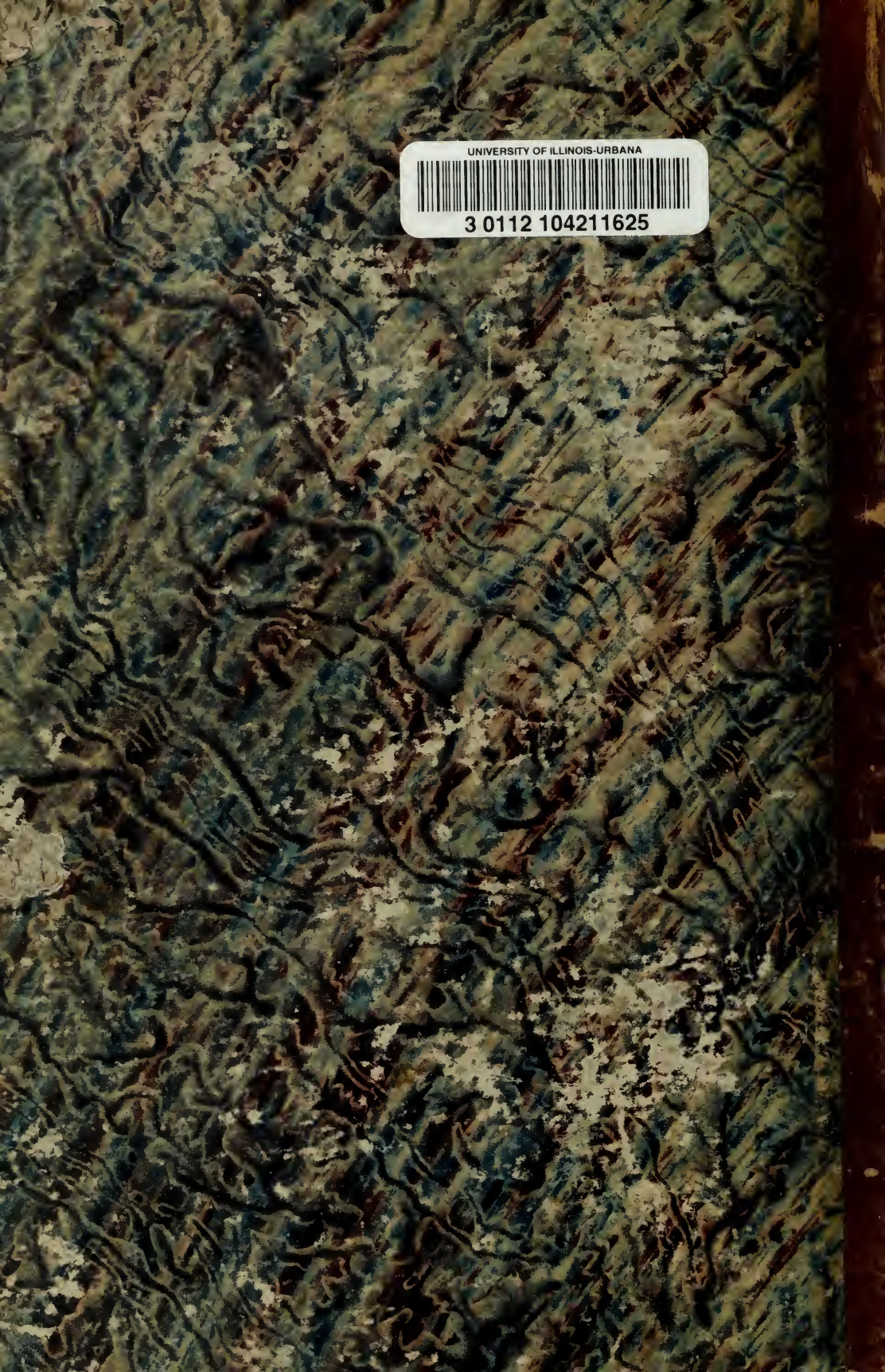
§ 135. Definizione delle ricognizioni topografico-militari. — Loro distinzione in generali e in parziali o locali. . . . » 409
§ 136. Elementi che compongono il lavoro di una ricognizione topografico-militare in genere. — Piano topografico — Memoria descrittiva . . . . . » 411

§ 137. Principali oggetti di una ricognizione parziale . . . *Pag.* 413
§ 138. Descrizione delle acque . . . . . » ivi
§ 139. Descrizione delle strade . . . . . » 422
§ 140. Itinerari . . . . . » 424
§ 141. Descrizione delle forme caratteristiche del terreno . . . » 427
§ 142. Descrizione della coltura del terreno . . . . . » 430
§ 143. Descrizione dei luoghi abitati . . . . . » 432

APPENDICE.

LEZIONI PRATICHE DI TOPOGRAFIA.

Programma per un corso completo d' istruzione pratica di Topografia. . . . . » 437


UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 104211625